

CAPÍTULO 1

1.1. Introducción.-

La semaforización y la señalización es una parte de la ingeniería de tráfico con la cual se busca tener una circulación vehicular y peatonal de una manera más ordenada y que brinde información y seguridad al conductor del vehículo como también al peatón.

En nuestra ciudad existen varios puntos de conflicto vehicular, como lo es a lo largo de la avenida la Banda que necesitan solucionarse mediante un estudio de tráfico para encontrar las respuestas adecuadas a este tipo de problemas. En su paralela, la avenida Víctor Paz Estensoro en la cual está ubicada la García Agreda y varias áreas de recreación se cuenta con una pasarela para brindar mayor seguridad a los deportistas como así también semáforos en las intersecciones, claro está que no soluciona el congestionamiento vehicular, pero hay más orden en el tránsito vehicular y por ende en el peatonal. Entonces en la avenida la Banda eso es a lo que se quiere llegar y de esta manera también se mejoraría la seguridad vial en la zona, teniendo en cuenta que a lo largo de la avenida se encuentra una escuela de automóvil, terrenos de la alcaldía que están destinados a la recreación (parque de diversiones, circos), se encuentra ubicada una universidad y también un mercado, lo que se quiere decir es que debido a todo esto y al aumento acelerado de la población en la zona alta como también en la zona central se hizo una avenida muy transitada que necesita el estudio requerido para buscar las soluciones más adecuadas.

Lo que se quiere hacer es implementar semáforos y las señales correspondientes en diferentes puntos a lo largo de la avenida, para lograr este propósito se debe realizar un estudio de tráfico para determinar en qué lugares se necesitará colocar semáforos y señales con el fin de mejorar la circulación vehicular y peatonal, regulando de esta manera el tránsito y brindando mayor seguridad al peatón como así también al conductor. Para este estudio se realizará un aforo mediante el cual recolectará los datos necesarios para procesarlos y encontrar resultados que nos den las soluciones a este problema que es de todos los días. A lo que se quiere llegar es de incorporar un sistema

de semaforización y la señalización que sea correspondiente en la avenida la Banda, porque al ser una avenida para circulación vehicular con áreas de recreación para los deportistas, peatones poco a poco se hace más concurrida por la población, y que al no contar semáforos y señales requeridas no se brinda la seguridad necesaria al conductor como al peatón, entonces lo que se busca es regular el tránsito vehicular y peatonal.

La aplicación práctica será realizar este estudio para poder determinar la señalización que sería necesaria colocar a lo largo de la avenida como así también los semáforos para que regulen el tránsito vehicular, así de esta manera se puede reducir la probabilidad de la ocurrencia de accidentes de tránsito, claro está que también se debería mejorar la educación vial que es punto flaco en nuestra sociedad. Para esto se realizará el aforamiento durante un día aforar por 15 horas continuas para determinar las horas pico que son las horas en las cuales circulan mayor cantidad de vehículos por un lugar determinado, después se realiza el aforo en esas horas pico dos días hábiles y un día no hábil, durante un mes, para tener mayor confiabilidad se lo puede realizar por más tiempo, teniendo en cuenta que tendremos datos más confiables para realizar el estudio de semaforización y para la señalización se realizara un inventario de la zona para identificar los tipos de señales que corresponda, analizar el problema y poder determinar las soluciones más convenientes.

El aporte académico a realizarse es brindar a las autoridades municipales y a su secretaría de tráfico y transporte un proyecto que se pueda aplicar para dar solución al problema que se está estudiando. Por otra parte brindar una referencia para los estudiantes de la universidad este proyecto como material para futuros estudios relacionados con el mismo tema.

La realización de este proyecto tiene gran relevancia social, ya que implica a actores muy importantes en la sociedad como ser los conductores de los vehículos como así también los peatones, se regularía la circulación vehicular de una manera más ordenada, ya que en la actualidad es caótica en determinadas horas, por lo que se busca mejorar esas condiciones mediante este estudio.

1.2. Diseño teórico.

1.2.1. Planteamiento del problema

1.2.1.1.Situación problemática.-

Debido al crecimiento acelerado de la ciudad de Tarija, el ingreso de grandes cantidades de vehículos, el tráfico se hizo un problema de congestión de todos los días, ya no sólo en la zona central de la ciudad, en el mercado campesino y la zona de la terminal, sino que también en calles y avenidas donde antes no se tenía este tipo de problemas de tráfico, como ser en la avenida la Banda, que debido a que se incrementó los habitantes en la ciudad, como así también en la zona alta. El tráfico en esta avenida la Banda ocurrió de la misma manera y que al no contar con un sistema de semaforización a lo largo de la avenida no se puede regular el tráfico, corriendo el riesgo de sufrir accidentes tanto como colisión entre vehículos, como así también atropellar peatones ya que a lo largo de esta avenida se construyó áreas recreativas para los deportistas por lo que es muy frecuente encontrar personas en la avenida realizando actividades deportivas.

Es necesario realizar un estudio de semaforización y señalización e implementarlo en esta avenida para poder mejorar la tránsito vehicular, como así también seguridad tanto a los conductores de los vehículos como así también a los peatones, así de esta manera regular el flujo vehicular, es importante implementar semáforos y la señales correspondientes en esta avenida debido a que se encuentran rotondas en los ingresos a los puentes de acceso y salida al centro de la ciudad, ya que son puntos críticos que necesitan un estudio y determinar la semaforización correspondiente.

1.2.1.2. Problema.-

¿Cómo se puede regular el tránsito vehicular y brindar mayor seguridad tanto al conductor como al peatón en la avenida la Banda?

1.2.2. Objetivos de investigación.-

1.2.2.1.Objetivo general.-

- Realizar un estudio de semaforización y señalización en la avenida la Banda (entre calle San Martín – avenida José Julián Pérez), mediante el cual se analice las condiciones que se encuentra, con el fin de encontrar soluciones para regular el tránsito vehicular entre la zona central y la zona alta de la ciudad de Tarija y mejorar la seguridad del conductor y del peatón.

1.2.2.2. Objetivos específicos.-

- ❖ Analizar la teoría y normas de semaforización y señalización.
- ❖ Determinar las velocidades, volúmenes mediante aforos.
- ❖ Identificar los puntos que requieren semaforización.
- ❖ Realizar un inventario en la zona para identificar los puntos que requieran señalización.
- ❖ Definir la señalización correspondiente de la zona de estudio.
- ❖ Determinar los tiempos de ciclo y fases para la semaforización.

1.2.3. Hipótesis: argumentación de la hipótesis.-

Si se realizará un estudio donde se analiza volúmenes y velocidades para semaforización y las señales verticales y horizontales necesarias a lo largo avenida la Banda, entonces se podría regular el tráfico vehicular y brindar mayor seguridad al conductor como al peatón.

1. Variables independientes:

Semáforos

Volúmenes

Velocidades

Señales verticales y horizontales

2. Variables dependientes:

Tráfico vehicular

Seguridad del conductor y peatón.

1.2.4. Definición de variables independientes y dependientes.-

Variables independientes

Definición conceptual.-

Volumen.-Se define volumen de tráfico, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado.

Velocidad.-En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros/hora.

Señales verticales.-Son las señales que están construidas sobre placas metálicas y están apoyadas sobre postes y colocadas de tal manera que sean visibles al conductor para que le sirvan a éste como apoyo a cumplir normas de tránsito y a informarle sobre algunas condiciones necesarias para un conductor.

Señales horizontales.-Son aquellas que van dispuestas como marcas sobre el pavimento cuyo objetivo en general es de coadyuvar a la señalización vertical en los aspectos de prevención, restricción y alguna vez en información.

Definición operacional

Variable	dimensión	indicador	Valor o acción
Semáforos	Ciclos y fases	35 y 120 seg. para el ciclo.	Límites del ciclo de fases.

Volumen	Vehículos que circulan en un determinado tiempo.	Se definirá mediante aforo veh/ hr.	Datos para semaforización obtenido mediante método de norma aastho.
Velocidad	Distancia recorrida en un tiempo	Velocidad de circulación permitida.	Datos para semaforización obtenido mediante método de norma aastho
Señales verticales Y horizontales	Símbolos para guiar el conductor o al peatón en carreteras o vías urbanas.	Depende de su color, forma ubicación.	Definido por normas del país.

Variables dependientes			
Definición conceptual.-			
Tráfico vehicular.- Cantidad de vehículos que circula por una vía, realizar el diagnóstico del estado actual vehicular y peatonal en vías urbanas y rurales.			
Seguridad del conductor y del peatón.- Se refiere a todo el conjunto de medidas, disposiciones, normas, entre otras, que existen en torno a la circulación de personas y automóviles por las calles, avenidas y carreteras, que tiene la clara misión de prevenir accidentes de tránsito que involucren a los sujetos mencionados.			
Definición operacional			
Variable	dimensión	indicador	Valor o acción

Tráfico vehicular	Cantidad de vehículos por una vía	Clasificación según el nivel de servicio.	Si es eficiente la vía el tráfico es normal y no hay congestión.
Seguridad del conductor y del peatón	Buenas avenidas calles	Que tan segura sea una vía, calle avenida para circular	Normas de tránsito

1.3. DISEÑO METODOLÓGICO.

1.3.1. Componentes.-

-Unidades de estudio y decisión muestra.

Unidades de estudio.-

La unidad de estudio es la semaforización y señalización en la avenida la avenida la Banda (entre calle San Martín- Avenida José Julián Pérez), ya que es el tema a estudiar debido a los problemas que se dan debido a la falta de semáforos y señalización de la zona de estudio, como ser no se regula la circulación vehicular esta deriva afectando en el mismo tráfico y también en la seguridad tanto del conductor como también del peatón.

Población.-

La población será los vehículos que circulen por la zona de estudio, específicamente en los puntos donde se realizara la recolección de datos, ya que estos servirán para realizar el análisis correspondiente para determinar la mejor solución.

Muestra.-

La muestra será los vehículos que se aforaran al momento de realizar la recolección de datos. La muestra se obtendrá de las seis intersecciones que se encuentra en la avenida ya delimitada para su estudio, lo que se obtendrán son datos de volúmenes de vehículos, tiempos para calcular velocidades, para realizar la semaforización. Para la señalización se realizara un inventario en la zona para definir qué señales se necesitan implementar y que tipos.

Muestreo.-

En este trabajo el muestreo tratará de recolectar datos primero se definirá mediante un aforo continuo de 15 horas para determinar las horas picos, en las cuales se realizara el aforo correspondiente de volúmenes y velocidades para la recolección de datos para el proyecto en estudio, se aforara dos días hábiles y un día no hábil, el aforo se realizara durante un mes obteniendo 3 aforos por día en las horas pico, en los días ya mencionados. También se realizará un inventario en la zona para conocer que señales y sus tipos que se necesitan para el lugar de estudio.

Rendimiento y equipamiento.-

En este tipo de trabajo de investigación no se necesita un equipo especial, ya que los aforos se harán de forma manual, necesitándose cronómetro, cinta métrica, y hojas de tabulación para aforar.

Tratamiento estadístico.-

Se deberá realizar un procesamiento de los datos obtenidos en el cual se realizará depuración de los datos obtenidos para velocidades ya que se cometen errores teniendo en cuenta que al realizar el muestreo no todos los datos son confiables, por lo que se calcularán los límites en los cuales los datos que estén en estos rangos se utilizarán, obteniendo la media y la desviación estándar.

1.3.2. Métodos y técnicas empleadas.-

Definición de método y técnicas.-

El método que se realizará será por la norma aastho que ya se describió y que consiste de aforar durante un mes para la recolección de datos como ser de las velocidades y de los volúmenes. Antes determinando las horas picos en las que se aforara y para la determinar la señalización se procederá a realizar un inventario con el cual determinaremos el tipo señales que se deberían implementar.

Descripción de los instrumentos.-

Los instrumentos que se necesitarán son los siguientes:

Cronómetro.- para poder determinar el tiempo que tardaran en recorrer las movilidades una longitud que será delimitada, y de esta manera conocer los datos para calcular la velocidad.

Cinta métrica.- Para medir las longitudes que serán definidas en tramos de la avenida.

En este proyecto no se necesitan instrumentos más complejos ya que la recolección de datos mediante aforos será de forma manual.

Procedimientos de aplicación.-

Para este proyecto se realizará de la siguiente manera, ya se definió el área de estudio donde se realizará la recolección de datos, se definirá las horas picos mediante un aforo para luego registrar los volúmenes y velocidades en esas horas, que en cada intersección se controlará que tipos de vehículos circulan y los sentido que toman en las interacciones, de intersección en intersección se definirá una longitud donde se controlara el tiempo de recorrido que demoren las movilidades, esto se realizará durante un mes en dos días hábiles y un día no hábil de la semana. Luego se realizará un inventario en la zona para identificar las señales que se deberían implementar como ser se pudo observar centros de concentración de personas como ser mercado, universidad, surtidor automotor, escuela automotriz, y así de forma detallada.

1.3.3. Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.-

En el tratamiento de los datos obtenidos y su interpretación se deberá emplear la estadística, que con esta herramienta se estudiará los datos recolectados para someterlos a un procesamiento, que es necesario antes de realizar los cálculos para obtener los tiempos de ciclos y fases en cuanto a la semaforización. En la señalización no se realizará uso ya que es de otra manera la que se procederá.

1.4. Alcance de la investigación.-

El alcance del trabajo del proyecto es definido en una la delimitada parte en la avenida la Banda, donde lo que se busca es estudiar el problema de tráfico para poder determinar las soluciones necesarias para regular el tráfico vehicular como así también mejorar la seguridad del conductor y del peatón. En la zona al no contar con las señales y semáforos la circulación vehicular en determinadas horas es caótica, por lo que se propone realizar un estudio de semaforización y señalización para dar solución a este problema.

Se realizó el proyecto en el método de la investigación para poder definir de mejor manera lo que se pretende realizar, se estudió la teoría para comprender el tema y entender de qué trata y a lo que se quiere llegar con el estudio que se va a realizar, buscando dar solución al problema mediante una implementación de semáforos y señales tanto verticales y horizontales.

Se propuso lo que se realizará en cada etapa o capítulos en el desarrollo del proyecto. Como ser en el capítulo 1 se definió el contenido mínimo del presente perfil definiendo cada uno de los puntos mencionados. En el capítulo 2 se planteó el estudio de la fundamentación teórica donde se realizara el desglose de todos los conceptos que se van a estudiar sobre la semaforización, tipos, ubicación ventajas y desventajas, ciclos fases, como también se estudiara y revisara normas para la señalización significados, tipos de señales clasificación según sea vertical u horizontal. En el capítulo 3 el mecanismo de la recolección de datos que se llevara a cabo mediante aforos para volúmenes y velocidades, y un inventario para las señales necesarias, determinando la forma en la que se realizara.

El capítulo 4 se mencionó la forma de proceder con los datos recolectados realizando un trabajo de gabinete encontrar los cálculos realizar un análisis de estos y definir los resultado finales. Como último en el capítulo 5 se mencionó algunos puntos los cuales se evaluarán al momento de escribir las conclusiones y recomendaciones que se deberían tener en este proyecto.

En si se describo lo que se pretende realizar en el proyecto, paso a paso para realizar el trabajo planteado, de un forma ordenada y secuenciada, con el fin de elaborar de la mejor manera el proyecto.

CAPÍTULO II

2.1.ELEMENTOS DE TRÁFICO.-

Los elementos básicos que componen la ingeniería de tránsito son tres:

- a).- Usuario (relacionado con peatones y conductores)
- b).- Vehículo
- c).- Vía (relacionado con las calles y carreteras)

2.1.1. ELEMENTO USUARIO.-

Consideramos elemento usuario a los peatones y conductores ambos dentro del problema de tráfico están regidos como usuarios.

EL PEATÓN.-

Se puede considerar como peatón potencial a la población en general, desde personas de un año hasta cien años. Prácticamente todos somos peatones, por lo tanto, a todos nos interesa este aspecto. También puede decirse, que el número de peatones de un país casi equivale al censo de la población.

Por otra parte, es importante estudiar al peatón porque no solamente es víctima del tránsito, sino también una de sus causas. En la mayoría de los países del mundo, que cuentan con un número grande de vehículos, los peatones muertos anualmente en accidentes de tránsito ocupan cifra muy alta. Muchos de los accidentes sufridos por peatones ocurren porque éstos no cruzan en las zonas marcadas para ellos.

El peatón no se ha asimilado al medio; en general, aún no ha comprendido lo que significa el transporte automotor. En las actividades comunes del peatón, en las calles, en la vida diaria, sigue existiendo una situación anormal. Esto se nota más claramente con gente que viene de afuera del medio, como el provinciano que viene a la ciudad; está indeciso en los cruces esperando un momento oportuno, sin saber de qué lugar vienen los vehículos y repentinamente trata de cruzar corriendo.

CONDUCTOR.-

El conductor es considerado en forma individual o colectiva aquella persona que maneje un vehículo motorizado que circula en el tráfico. Este elemento está sujeto en

su comportamiento a unos análisis físicos y a las reacciones físicas y psicológicas que pueda tener al manejar un vehículo.

La reacción física condicionada está referida a los aspectos de habilidad y hábito, un conductor puede tener una mayor o menor habilidad debido al tiempo dentro del manejo vehicular a las condiciones de destreza y facilidad que tienen cada individuo y a las condiciones de hábitos a las que está sometido debido a la repetición de acciones diarias que puede tener un conductor al utilizar ciertas rutas de circulación diariamente, se condicionan porque tienen ese efecto en el momento de reacción.

Existen otras reacciones que son **psicológicas o no condicionadas** que dependen más de aspectos emocionales a las que puede estar sometido un individuo en cierto momento, siendo estas emociones las que van al cerebro y a través de los órganos sensitivos se envía un mensaje para reaccionar y tomar una decisión para actuar como una orden al músculo apropiado.

Algunos factores que pueden modificar el comportamiento del individuo por consiguiente el mismo tiempo de reacción son:

- * La fatiga
- * Las enfermedades o deficiencias físicas
- * Enfermedad provocada por el alcohol y drogas
- * Su estado emocional
- * El clima
- * La época del año
- * las condiciones del tiempo
- * El cambio del día a la noche y viceversa

Estos tiempos de reacción que tienen los conductores y que dependen de estos factores tanto físicas como psicológicas han sido estudiados la AASTHO recomienda al proyectar carreteras adopta como tiempos de reacción para frenar 2.5 seg., en cada caso

de vías urbanas este valor puede ser 0.75 a 1 seg., el cansancio, enfermedades, defectos físicos o edad del conductor pueden afectar al tiempo para reaccionar y los valores pueden ser en un 50% más.

Se considera que un buen conductor debe tener las siguientes cualidades:

- 1.- Poseer reacciones buenas a los estímulos visuales.
- 2.- Calcular correctamente la distancia y velocidades de acuerdo con el movimiento de los vehículos y peatones.
- 3.- Ser rápidos y estar habituados a las situaciones de urgencia.
- 4.- Tener aptitud mecánica y habilidad para el vehículo.
- 5.- Ser personas de confianza prontas a asumir responsabilidades y respetar el derecho de los demás.

2.1.2. ELEMENTO VEHÍCULO.-

El vehículo como elemento fundamental de tránsito es necesario conocerlo desde varios puntos de vista como ser:

- a).- Sus características físicas
- b).- Uso o utilización del vehículo
- c).- Características que inciden en la circulación

Características Físicas

El vehículo ha tenido desde sus inicios una constante transformación en cuanto a sus características físicas de ancho y largo sin embargo la tendencia actual es la de estandarizar estas dimensiones en todas las fabricas habiendo la tendencia de reducir la dimensiones y aumentar la potencia y velocidad.

Estas dimensiones sin embargo varían de acuerdo a los tipos de vehículos considerando como tipos de vehículos a los automóviles, camiones y autobuses, Los automóviles los consideramos aquellos que tienen 4 ruedas en los que están incluidos los Jeeps y camionetas pequeñas; los camiones son aquellos que los consideramos para transporte

de carga normalmente tienen 6 ruedas o más estos pueden ser simples o combinados, los simples son los que tienen solo dos ejes y los combinados son los que tienen más de dos ejes que pueden tener remolque o semirremolque. Finalmente autobuses consideramos a los vehículos para transporte de pasajeros con una capacidad de más 24 personas.

RADIO DE GIRO.-

Se entiende por radio de giro la trayectoria que sigue un vehículo al girar su eje delantero de tal manera que tenga una trayectoria circular que marque el espacio necesario para cambiar de sentido en un ángulo de 180° o para girar un vehículo en una trayectoria curva. Normalmente se eligen vehículo tipo los cuales tienen definido la trayectoria con valores de giro máximo, mínimo y promedio.

Los diferentes fabricantes hacen que estas especificaciones sobre radio de giro sean conocidos para cada tipo de vehículos, siendo sin duda las más importantes las de vehículos pesados las que tienen mayor ángulo de giro en sus ejes delanteros.

Este aspecto deberá tomarse en cuenta tanto en el diseño geométrico de carreteras como en el diseño geométrico de calles urbanas principalmente en las intersecciones, pudiendo ser estas suficientemente amplias para admitir el radio de giro de los vehículos tipo.

RESISTENCIA A LA CIRCULACIÓN.-

Un vehículo está sujeto a diferentes tipos de resistencia en su circulación siendo las más importantes:

- La resistencia al aire
- La resistencia a la tracción
- la resistencia a la pendiente

RESISTENCIA AL AIRE.-

Un vehículo en movimiento encuentra como fuerza inversa o de sentido contrario al aire lo que obliga que la potencia deba aumentar para vencer a dicha resistencia que está en función de la velocidad y un coeficiente K y la sección transversal del vehículo siendo la relación la siguiente:

$$Ra = K * S * V^2$$

K = 0.4 Vehículos Livianos

K = Coeficiente aerodinámica K = 0.8 Vehículos pesados

S = Sección transversal del vehículo

S= 2 m² Vehículos livianos

S= 5 a 8 m² Vehículos pesados

V= Velocidad de circulación (diseño)

RESISTENCIA A LA FRICCIÓN.-

En el pavimento del vehículo existe también una resistencia producida por la resistencia por donde circula el vehículo, dependiendo de la resistencia del tipo de superficie, del tipo de llantas.

En calzadas no pavimentadas la resistencia es mayor, disminuyendo a medida que la superficie sea menos rugosa, cuando menos rugosa sea, menor la resistencia a la fricción, esta resistencia es bastante menor a la resistencia al aire está dada por la relación.

$$Rf = K1 * P$$

K1 = Coeficiente de fricción neumática - calzada (0.4 a 0.8)

P = Peso del vehículo

$K1 = 0.4$ caminos

$K1 = 0.8$ Para caminos revestidos con material granular

RESISTENCIA A LA PENDIENTE.-

Cuando el vehículo encuentra en un movimiento en un movimiento una rampa que tiene una mayor pendiente, ésta debe ejercer una mayor potencia debido a una resistencia ejercida que está dada por la relación.

$$R_p = i * P$$

i = pendiente

P = peso

La importancia de cada una de estas resistencias puede variar para cada tipo de vehículos es decir en vehículos pesados que generalmente circula a velocidades más bajas la R_f y R_p tienen una mayor proporción frente a la R_a lo contrario ocurre con los vehículos livianos donde el peso es bajo y por lo tanto la R_p y la R_f se minimizan siendo más importante la R_a debido a las mayores velocidades que imprime.

POTENCIA.-

La potencia es la cantidad de esfuerzo necesario para poner en movimiento un vehículo, esta potencia en los vehículos de combustión interna está ligado al número de giros que se produce en el par motor siendo su relación proporcional entre el número de giros del par motor y la potencia del vehículo.

Para tener un mayor número de giros en el par motor se requiere mayor esfuerzo que está dado por un mayor número de revoluciones en el par motor. La tecnología actual tiende a construir o fabricar motores a combustión interna cuyas revoluciones del par motor requieren la menor cantidad de esfuerzo esto se ha conseguido de alguna manera en los vehículos livianos sin embargo en los vehículos pesados para alcanzar potencias altas se requiere mayor esfuerzo que ha obligado en la mayoría de los casos en los motores a combustión interna a cambiar a la gasolina por el diesel.

En la práctica lo que interesa es que un vehículo tenga la suficiente potencia para contrarrestar todas las resistencias a la circulación y tener una parte de ésta para mantener en movimiento al vehículo.

DISTANCIA DE FRENADO.-

Se entiende por distancia de frenado aquella longitud necesaria para que un vehículo en movimiento ante la presencia de un obstáculo pueda parar a través de la acción de frenado.

La distancia de frenado está compuesta de dos partes la primera que corresponde a la distancia que recorre en el tiempo de percepción y reacción ante la presencia del obstáculo y la segunda que es la distancia correspondiente a la acción del frenado propiamente dicha desde el momento que se oprime el pedal hasta que el vehículo queda detenido la relación que nos permite la determinación de la distancia de frenado es:

$$do = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254(F \pm i)}$$

V = velocidad de diseño

t = Tiempo de percepción y reacción (2 a 2.5)

i = Pendiente longitudinal

2.1.3. ELEMENTO CAMINO O VÍA.-

Se entiende por camino o vía, aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas carreteras, y a nivel urbano las calles de la ciudad. Ciertamente uno de los patrimonios más valiosos con los que cuenta cualquier país, es la infraestructura de su red vial, por lo que su magnitud y calidad representan uno de los indicadores del grado de desarrollo del mismo. Se encontrará siempre que un país de un alto nivel de vida tendrá un excelente sistema vial, un país atrasado tendrá una red deficiente.

El diseño geométrico de las carreteras y calles, incluye todos aquellos elementos relacionados con el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y los diversos componentes de la sección transversal.

Una vía entre sus componentes tiene varios elementos geométricos cuyas características en varios países están normados sin embargo en el nuestro no hay norma vigente. En una vía urbana son sobresalientes los elementos del umbral, acera, cordón de acera, calzada y separador central.

La intersección en vías urbanas es también un elemento importante para el tráfico ya que en ella se encuentran dos o más flujos vehiculares, por la definición de la intersección en su geometría es muy importante para la circulación del tráfico.

2.2.PARÁMETROS DEL TRAFICO.-

2.2.1. VOLUMEN.-

Se define volumen de tráfico, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Dichos datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado a los usuarios.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO (TPD).-

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo.

Si bien el concepto de TPD se estableció para estudios cuyo tiempo iba a ser de un año, en la práctica se han dado que normalmente para proyectos específicos de carreteras, aperturas de calles, ampliación de avenidas, etc. Se realicen estudios de volúmenes en periodos cortos menores a un año que sean igualmente significativos en sus valores.

TRÁNSITO PROMEDIO HORARIO (TPH).-

La cantidad de vehículos que circulan por una carretera o calle en un espacio o tiempo determinado de una hora es el TPH, ese valor es mucho más sensible que el TPD, es decir el TPH nos puede dar valores de variación horaria donde se puede identificar las variaciones de volumen que se producen en cada hora a lo largo del día pudiendo también obtenerse cuales son las horas de mayor volumen u horas pico, cuales las de menor volumen u horas de baja intensidad, etc. El TPH tendrá un valor máximo que teóricamente tendría que ser utilizado para fines de diseño geométrico, sin embargo dado la posibilidad de que ese valor sea máximo solo se presente en pocas horas durante el día hacen que no sea un valor recomendable para el diseño.

CARACTERÍSTICAS DE LOS VOLÚMENES DE TRÁFICO.-

Los volúmenes de tránsito siempre deben estar considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tránsito y labor preventiva, así como la conservación.

Por lo tanto, es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, también es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición.

COMPOSICIÓN DEL VOLUMEN.-

Se bien es importante conocer el número de vehículos que circula por una sección de carretera o calle en periodos de tiempo definidos resulta también importante tener una relación del tipo de vehículo que circulen en ese periodo de tiempo entendiéndose como la composición del tráfico. Una composición casi del tipo universal es la que se subdivide en automóviles camiones autobuses y motocicletas y bicicletas.

CONFIGURACIÓN VEHICULAR POR TIPO DE EJES		
Código	Tipo de Vehículos	Figura
1	Automóviles y Vagonetas	
2	Camionetas (hasta 2 Tn.)	
3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)	
MB	Microbuses (hasta 21 pasajeros; de 2 ejes)	
B2	Buses Medianos (hasta 35 pasajeros; de 2 ejes)	
B3	Buses Grandes (más de 35 pasajeros; de 3 ejes)	
C2m	Camiones Medianos (de 2,5 a 10,0 t; de 2 ejes)	
C2	Camiones Grandes (más de 10,0 t; de 2 ejes)	
C3	Camiones Grandes (más de 10,0 t; de 3 ejes)	
CSR	Camiones Semiremolque	
CR	Camiones Remolque	
12	Otros Vehículos	

Tabla 2.1. Clasificación de los vehículos.

Entendiéndose por automóviles a todos aquellos que generalmente están compuestos de 2 ejes y 4 ruedas como los autos, jeeps y camionetas pequeñas.

En el tipo de camiones se tendrá los pequeños medianos y grandes diferenciándose por la capacidad de carga que tiene este tipo de vehículos.

Generalmente los autobuses representados por los livianos y pesados diferenciándose por la capacidad de pasajeros que puedan transportar este tipo de vehículos.

Motocicletas y bicicletas si bien debe estudiárseles para saber la cantidad de este tipo de motorizados no está incluidos en el volumen total representadas en el TPD o el TPH.

Este tipo de la clasificación de la composición no es rígida pudiendo establecerse la más adecuada para un proyecto en particular de una carretera o una calle.

Es necesario conocer los porcentajes de cada tipo de vehículos que circulan para analizar los efectos que estos producen como ser: el porcentaje de vehículos pesados que ejercerán una disminución de la capacidad de una ruta reducirán las velocidades de circulación requerirán mayor espacio para la maniobra.

VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁFICO.-

Nos referiremos a las variaciones periódicas que sufre el volumen de tráfico en las horas del día, los días de la semana, los meses del año y en el sentido de la circulación.

VARIACIONES HORARIAS.-

El volumen de tráfico es diferente a lo largo de las horas del día pudiendo existir horas de máximo flujo, horas de flujo medio, etc.

VARIACIONES DIARIAS.-

A lo largo de los días de la semana el volumen de tráfico es diferente generalmente presentándose estas diferencias entre los días hábiles de trabajo y los días no hábiles y feriados que existen. Esta variación diaria permitirá establecer una metodología más adecuada del control de la circulación en los días de máximo volumen.

VARIACIÓN SEMANAL.-

A lo largo de las semanas esta generalmente con respecto a las estaciones del año puede existir una leve variación entre los volúmenes de tráfico aunque no es de mucha frecuencia.

VARIACIÓN MENSUAL.-

A lo largo de los meses del año puede existir una variación del volumen de tráfico generalmente por épocas relacionadas con las estaciones del año y con los periodos vacaciones, es decir los meses de vacaciones de fin de año a los meses de verano son los que tienen un incremento en los volúmenes.

VARIACIONES POR SENTIDO.-

En carreteras o calles que tengan ambos sentidos de circulación también es importante establecer las variaciones que estas tienen, aunque normalmente deben tener valores similares algunas características muy particulares podrían hacer variar la cantidad por sentido, por ejemplo que uno de los carriles esté conectado a una calle arterial mientras el otro sentido solo esté conectado con calles conectoras.

2.2.2. VELOCIDAD.-

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecida por ser un parámetro de cálculo de la mayoría de los demás elementos del proyecto. La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

TIPOS DE VELOCIDAD.-

En este mismo concepto existen diferentes tipos de velocidad entre los cuales las más importantes son:

- a) Velocidad de punto
- b) Velocidad de recorrido total
- c) Velocidad de crucero
- d) Velocidad directriz

VELOCIDAD DE PUNTO.-

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de una carretera o de una calle. Como dicha velocidad se toma en el preciso instante del paso del vehículo por el punto, también se le denomina velocidad instantánea.

VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL.-

La velocidad de recorrido total es aquella que se define como la distancia que se recorre en un tramo definido y el tiempo que se tarda en recorrer, tiempo que influye en la circulación y las demoras, normalmente la velocidad de recorrido total es un parámetro de la fluidez de tráfico, cuanto mayor la velocidad de recorrido total mayor la fluidez, cuanto menor la velocidad de recorrido total mayor el congestionamiento del tráfico.

A diferencia de la velocidad de punto la velocidad de recorrido total establece una distancia mucho mayor que en carreteras generalmente se toma la distancia entre accesos y las zonas urbanas la distancia de recorrido total generalmente es aquella que nos define los flujos direccionales.

El tiempo que se tarda en recorrer la distancia de recorrido total tiene dos componentes que son:

- * El tiempo que se tarda en circulación propiamente dicho
- * El tiempo de demoras donde el vehículo no está en movimiento.

Este tiempo de demoras puede tener como causas, detención de vehículos, cruce de peatones semáforos, etc.

La relación que nos permite determinar la velocidad de recorrido total es la siguiente:

$$VR = dr / (tc + td)$$

VR = Velocidad de recorrido total (km./h)

Tc = tiempo de circulación (hr)

Td = tiempo de demoras (hr)

Dr = distancia de recorrido (km.)

VELOCIDAD DE CRUCERO.-

También conocida como velocidad de marcha, es el recorrido total entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener esta velocidad de crucero es comparada con la velocidad de punto con el propósito de definir o establecer cuál es la incidencia por causa de las demoras que tiene la velocidad de un vehículo en movimiento, normalmente la velocidad de crucero es menor que la velocidad de punto, la diferencia que existe entre estas dos podrá indicarnos cuanto esta incidencia y en que magnitud el efecto de las demoras en la velocidad del vehículo.

VELOCIDAD DIRECTRIZ.-

Llamada también velocidad de diseño o de proyecto, es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables que las características del proyecto gobiernan la circulación. Todos aquellos elementos geométricos del alineamiento horizontal, vertical y transversal, sobreelevaciones, anchos de carriles y acotamientos, anchuras y alturas libres, etc., dependen de la velocidad de proyecto y varían con un cambio de esta.

La selección de la velocidad de proyecto depende de la importancia o categoría de la futura vía, de los volúmenes de tránsito que se va a mover, de la configuración

topográfica de la región, del uso del suelo y de la disponibilidad de recursos económicos.

En las zonas urbanas es mucho más complejo la definición de velocidad directriz porque intervienen otros factores como ser: Flujo peatonal, zonas residenciales, zonas comerciales, zonas escolares, mayor tipo de maniobras, detenciones de vehículos más continuos, etc. Estos factores influyen en la velocidad de circulación por ese hecho la recomendación es de que se adopte velocidades directrices o del proyecto en función de la velocidad de circulación media obtenida a través de las velocidades de punto.

2.2.3. DENSIDAD.-

Es la cantidad de vehículos que circulan en una vía por unidad de longitud normalmente kilómetro, este parámetro puede ser determinado o medido, ya sea referido a un carril o todos los carriles de una calzada, en el caso que sea determinado esta en base a los dos parámetros anteriores teniendo la relación siguiente:

$$densidad = \frac{volumen}{velocidad}$$

2.2.4. CAPACIDAD.-

Se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una carretera o calle. De manera particular, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos (peatones) que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

La infraestructura vial, sea ésta una carretera o calle, puede ser de circulación continua o discontinua. Los sistemas viales de circulación continua no tienen elementos fijos externos al flujo de tránsito, tales como los semáforos, que produzcan interrupciones en el mismo. Los sistemas viales de circulación discontinua tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas del flujo de tránsito, tales como los semáforos, las señales de alto y otros tipos de regulación.

La capacidad vehicular se determina con el propósito de comparar con el volumen de tráfico que circula por una calle o carretera y establecer un análisis que permita definir la calidad de la circulación, esa calidad de circulación en ingeniería de tráfico se ha realizado a través de los niveles de servicio.

Todo el estudio y análisis que se hace sobre los valores de los parámetros de tráfico es para conseguir un equilibrio entre los elementos del tráfico que son: el usuario (conductor y peatón), el vehículo y la calle o carretera.

2.3.SEMAFORIZACIÓN.-

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control de tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el color verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsito que cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

A medida de que pasa el tiempo, el congestionamiento y los accidentes aumentan, por lo que su atenuación, el uso de semáforos ha alcanzado un notable desarrollo. Actualmente no se puede suponer, en las grandes ciudades del mundo, que el control del tránsito no se realice con los sistemas más avanzados de semáforos, incluyendo la coordinación computarizada y la incorporación de detectores automáticos de vehículos, que dependiendo de su variación hacen que cambie de forma dinámica y continua el tiempo asignado a cada acceso de las intersecciones. Esto ha permitido establecer estrategias para el control del tránsito a lo largo de las diferentes horas del día a través de programas específicos para periodo de máxima y mínima demanda.

2.3.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.-

Si la instalación y operación de los semáforos es correcta, estos podrán aportar diversas ventajas. En cambio, si uno o más semáforos son deficientes, servirán para entorpecer el tránsito, tanto de vehículos como de peatones. Es muy importante que antes de seleccionar y poner a funcionar un semáforo, se efectúe un estudio completo de las

condiciones de la intersección y del tránsito y se cumpla con los requisitos que la experiencia ha fijado. También es importante que después que el sistema de semáforos empiece a funcionar, se compruebe que este responde a las necesidades del tránsito y, en su caso, que se hagan los ajustes correspondientes.

Un semáforo o un sistema de semáforos, que opere correctamente, tendrá una o más de las siguientes:

Ventajas:

- Ordena la circulación del tránsito y en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimiza la capacidad de las calles.
- Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- Con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para mantener una circulación continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. En algunos casos, esa velocidad constante es conveniente reducirla para fines de seguridad.
- Permite interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- En la mayoría de los casos representan una economía considerable por su mayor habilidad en el control del tránsito con respecto a la utilización de otras formas de control, como por ejemplo señales o policías de tránsito.

Cuando el proyecto o la operación de un semáforo o sistema de semáforos es deficiente, ya sea por falta de elementos de juicio, o bien porque se ha abusado de los semáforos como una panacea para resolver todos los problemas, puede presentarse una o varias de las siguientes:

Desventajas:

- Se incurre en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica.

- Causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, al causar retardos molestos por excesiva duración de luz roja o del tiempo total del ciclo.
- Producen reacción desfavorable en el público, con la consiguiente falta de respeto hacia ellos o hacia las autoridades.
- Incrementan el número de accidentes del tipo de alcance, por cambios sorpresivos de color.
- Ocasionan pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día, cuando se presentan escasos volúmenes de tránsito que no requieren control de semáforos.
- Aumentan la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes cuando la conservación es deficiente, especialmente en casos de focos fundidos o interrupciones del servicio eléctrico.
- En intersecciones rurales, la aparición intempestiva de un semáforo ocasiona accidentes cuando no hay avisos previos adecuados.

2.3.2. COMPONENTES DE LOS SEMÁFOROS.-

Un semáforo es un elemento fabricado especialmente para el control de la circulación, este elemento tiene como componentes principales:

- a).- Cabeza
- b).- Poste
- c) fundación

a) CABEZA.-

Se denomina cabeza de un semáforo al elemento que contiene las señales luminosas, esta cabeza contiene un número determinado de caras en las diversas direcciones que a su vez contiene a las señales luminosas o focos.

La cabeza normalmente es un armazón metálico hueco que contiene a los reflectores de cada uno de las caras y a los cables que están conectados en algunos casos llevan además unas vísceras sobre cada una de las señales luminosas para evitar el reflejo del sol y mantener una buena visibilidad de la señal.

CARA.-

La cara de un semáforo es el conjunto de unidades ópticas (lentes, reflector, lámpara, y portalámparas). Se recomiendan dos caras por cada acceso a la intersección, que pueden complementarse con semáforos peatonales. El doble semáforo permite ver las indicaciones aunque uno de ellos lo tape un vehículo grande, lo mismo que representa un factor de seguridad cuando exceso de anuncios luminosos o se funde alguna lámpara. Cada cara de un semáforo contiene una o más elementos ópticos o lentes que están formados verticalmente.

FOCOS.-

Son lentes ópticos formados cada uno de ello una lámpara un reflector cóncavo para concentrar el haz luminoso en una sola dirección un vidrio difusor circular de calor y vísceras arriba y a los costados eventualmente.

Los focos de cada cara ubicadas en un eje vertical van en la siguiente posición el rojo en la parte alta inmediatamente debajo se ubica el amarillo o ámbar por último el verde.

Si hay señales adicionales como giros a la izquierda y giros a la derecha, éstas pueden ir debajo de la señal verde o a un costado.

FUNCIÓN DE LOS COLORES.-

Foco rojo.-

Indica que el tránsito frente a ese color debe parar antes de la línea de parada y permanecer detenido hasta que aparezca el color verde.

Foco amarillo.-

Advierte que inmediatamente después aparecerá el rojo el conductor si aún puede debe detenerse, es un foco o lente de precaución que de alguna manera debe ser un tiempo de reacción del conductor.

Foco verde.-

El color verde tiene como objetivo permitir a los vehículos que se observan esta luz puedan seguir de frente o realizar giro a la izquierda o giro a la derecha. En algunos casos se debe dar preferencia en intersecciones de ambos sentidos al tránsito directo por los vehículos que van a realizar giro a la izquierda o derecha.

Aparte de estos tres colores fundamentales existen otros de tipo especial que son el foco verde con flecha de frente y el foco verde con flecha de giro a la izquierda o la derecha. El primero tiene el objetivo de que los vehículos tienen que circular en sentido directo sin la posibilidad de realizar giros a ningún lado. En el caso de los focos verdes con flecha de giro estas tienen como objetivo dar al tráfico la opción de que realicen giros indicados en un momento adecuado normalmente a veces coincidente con los focos rojos del otro sentido.

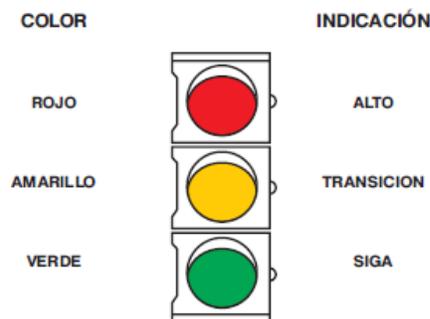


Figura 2.1. Función de los colores.

b) POSTE.-

El semáforo tiene que estar apoyado en un elemento que lo sostenga para ello se tiene los postes y los cables, que sostienen a la cabeza del semáforo en lo general puede presentárselos siguientes casos:

- Postes con ménsula corta.
- Postes con ménsula larga.
- Cables.

POSTES CON MÉNSULA CORTA.-

El sustento de los semáforos normalmente es a través de un poste con ménsula para que el mismo se encuentre más visible al flujo.

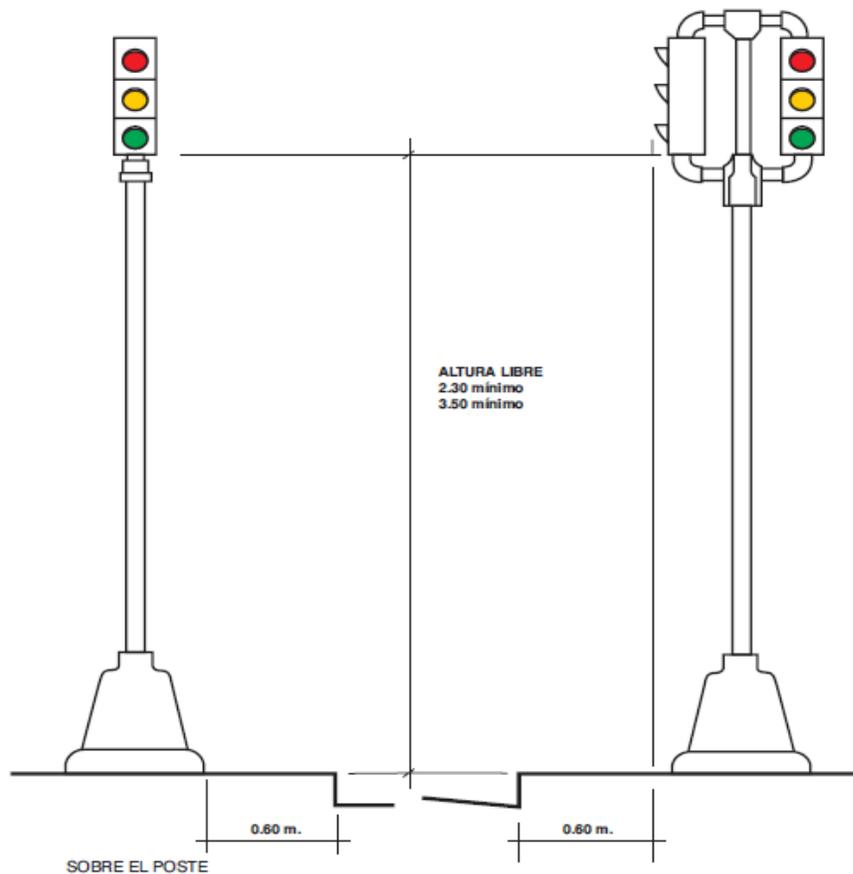


Figura 2.2. Poste de ménsula corta.

POSTES CON MÉNSULA LARGA.-

Cuando el acceso de la vía es muy amplio entonces una ménsula corta resulta insuficiente debe pensarse en una ménsula larga que llegue a ser visible para los diferentes líneas de flujo.

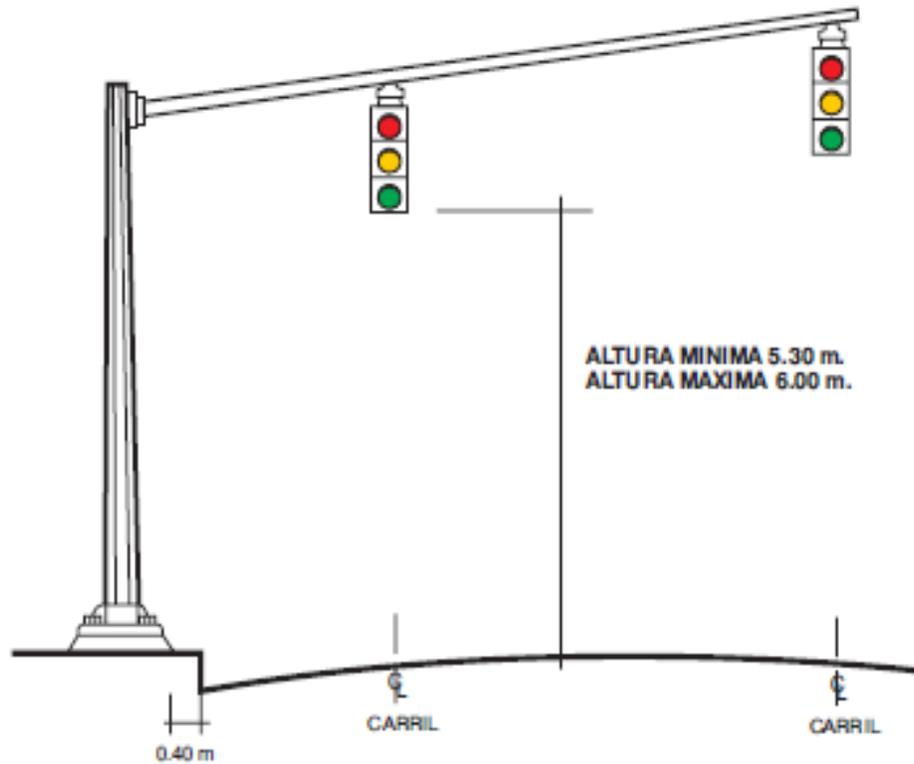


Figura2.3. poste con ménsula larga.

CABLES.-

Cuando los semáforos van a servir para varios accesos, es decir varias caras, que tiene que ser visible la opinión es colocar colgada de cables a una altura entre a 5.30 y 6.0 metros, y en el centro de gravedad de la intersección.

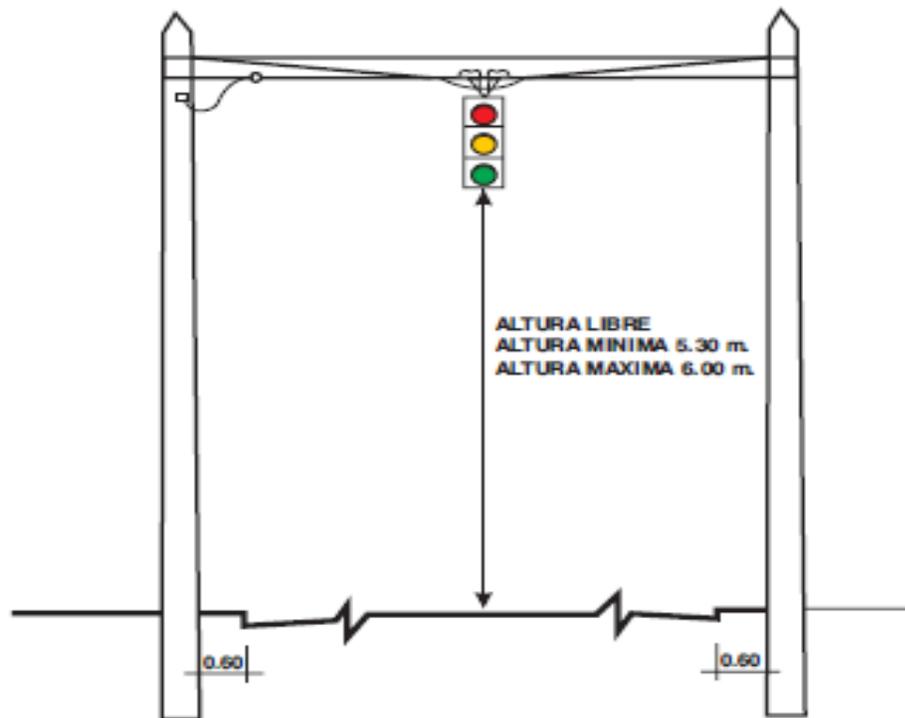


Figura 2.4. Cables.

c) FUNDACIÓN.-

Los postes que sostiene los semáforos deben contener una función lo suficientemente resistente para que el poste se mantenga estable, esta fundación es de hormigón simple con una resistencia mayor a 180 kg/cm^2 y cuyas dimensiones varían entre 0.5 y 1 metro de lado, y 0.40-0.80 metros de profundidad.

2.3.3. CLASIFICACIÓN DE SEMÁFOROS.-

SEMÁFOROS DE TIEMPO FIJO.-

Los semáforos de tiempo fijo se utilizan en intersecciones donde los patrones de tránsito son relativamente estables, o en las que las variaciones de intensidad de la circulación se puede adaptar a un programa previsto, sin ocasionar demoras o congestionamientos excesivos.

Los controles de tiempo fijo, se adaptan especialmente a intersecciones en las que se desea sincronizar el funcionamiento de los semáforos con los de las otras instalaciones próximas. Sus principales ventajas son las siguientes:

- Facilitan la coordinación con semáforos adyacentes, con más precisión que en el caso de semáforos accionados por el tránsito.
- No dependen de los detectores, por lo que no se afectan desfavorablemente cuando se impide la circulación normal de vehículos por los detectores.
- En general, el costo del equipo de tiempo fijo es menor que el accionado de por el tránsito y su conservación es más sencilla.

El control de tiempo fijo sin mecanismo de sincronización es aconsejable para intersecciones aisladas de poca importancia, de las que no se prevee necesidad de coordinar con otras.

Si se hace necesario variar la duración del ciclo y su distribución durante el día, es preferible instalar un controlador de tiempo accionado por el tránsito. Existe un sistema de control de tiempo fijo con mecanismo de sincronización, accionado por un motor, que se usa para intersecciones aisladas cuando se prevea la necesidad de coordinar estas con otros semáforos, o que el semáforo sea supervisado por control maestro. También debe ser aceptable la duración fija del ciclo y de los intervalos, todo el tiempo que dure la operación del control del tránsito. En algunos casos se puede emplear un control de dos o tres programas, para adaptarse con más flexibilidad a las variaciones del tránsito.

Excepto en intersecciones alejadas, donde la sincronización resulte impráctica, o en intersecciones secundarias comprendidas dentro de un sistema coordinado, en cuyo caso puede convenir más un control accionado por el tránsito, los semáforos de tiempo fijo se deben instalar solo si se uno o más de los siguientes:

REQUISITOS:

1 Volumen mínimo de vehículos.-

Aquí la intensidad del tráfico de las vías que se cruzan es la principal justificación. Se llena ese requisito cuando en cualquiera de las ocho horas de un día representativo, se presenten los volúmenes mínimos indicados en la tabla.

Los volúmenes para la calle principal y secundaria corresponden a las mismas ocho horas. El sentido del tránsito de mayor volumen en la calle secundaria puede ser para un acceso durante algunas horas y del otro sentido las restantes.

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la calle principal (total ambos accesos)		Vehículos por hora en acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)	
Calle principal	Calle secundaria	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1	1	500	350	150	105
2 o mas	1	600	420	150	105
2 o mas	2 o mas	600	420	200	140
1	2 o mas	500	350	200	140

Tabla 2.2. Volúmenes mínimos (requisito 1)

Fuente: Rafael Cal y Mayor Reyes Spínola

2 Interrupción del tránsito continuo.-

Se aplica cuando las condiciones de operación de la calle principal son de tal naturaleza que el tránsito en calles secundaria sufre demoras, o riesgos excesivos, al entrar o cruzar la calle principal. El requisito se satisface cuando durante cada una de cualesquiera ocho horas de un día representativo, en la calle principal y en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria, se tienen los volúmenes mínimos indicados en la tabla, y si la instalación de semáforos no trastorna la duración progresiva del tránsito.

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la calle principal (total ambos sentidos)		Vehículos por hora en acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)	
Calle principal	Calle secundaria	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1	1	750	525	75	53
2 o mas	1	900	630	75	53
2 o mas	2 o mas	900	630	100	70
1	2 o mas	750	525	100	70

Tabla 2.3. Volúmenes mínimos de vehículos (requisito 2)

Fuente: Rafael Cal y Mayor Reyes Spínola

Los volúmenes para las calles principal y secundaria corresponden a las mismas ocho horas. Durante esas ocho horas, el sentido de circulación del volumen mayor de la calle secundaria, puede ser un sentido por unas horas y en el otro por el resto. Si la velocidad media dentro de la cual circula el 85 % del tránsito de la calle principal exceda de 60 km/h, o si la intersección está ubicada en una población de menos de 10000 habitantes, el requisito se reduce al 70 % de los valores indicados.

3 Volumen mínimo de peatones.-

Se satisface este requisito si durante cada una de cualesquiera de las ocho horas de un día representativo se tienen los siguientes volúmenes: 600 o más vehículos por hora en ambos sentidos en la calle principal, o bien 1000 o más vehículos por hora si la calle principal tiene camellón; y si durante las mismas ocho horas cruzan 150 o más peatones por hora, en el cruce de mayor volumen.

Cuando la velocidad promedio del 85 % del tránsito exceda de 60 km/h o si la intersección está en una población de menos de 10000 habitantes, el requerimiento se reduce al 70 % de los valores indicados. El semáforo que se instale conforme a este

requisito en una intersección aislada, debe ser del tipo accionado por el tránsito con botón para uso de los peatones.

4 Circulación progresiva.-

Este requisito se satisface en calles aisladas de un sentido y de donde los semáforos, en caso de haber, están muy distantes entre sí para poder conservar los vehículos agrupados y a la velocidad deseada, y en el caso de una calle de doble circulación donde los semáforos existentes no permiten el grado deseado de control, agrupamientos, velocidades, etc. En los sistemas alternos el espaciamiento entre un semáforo y los adyacentes, debe estar relacionado con la duración del ciclo (verde, ámbar y rojo), y con la velocidad de proyecto. No se debe considerar la instalación de semáforos bajo este requisito, si resultan espaciamientos menores a 300 metros.

5 Antecedentes acerca de los accidentes.-

Este requerimiento debe ir relacionado con alguno de los anteriores, ya que por sí solo no justifica la instalación de semáforos. En muchas ocasiones suceden más accidentes después de instalarlos que antes; por tanto, si ninguno de los requisitos, exceptuando el relativo a los accidentes, se satisface, debe presuponerse que no será necesario instalar el semáforo.

Los requisitos relativos a los accidentes se satisfacen:

- a) Si otros procedimientos menos restrictivos, que se han experimentado satisfactoriamente en otros casos, no han reducido la frecuencia de accidentes.
- b) Si cinco o más accidentes han ocurrido en los últimos doce meses, y cuyo tipo sea susceptible de corregirse con los semáforos y en los que hubo heridos o daños físicos con valor mayor a 30 veces el salario mínimo vigente.
- c) Si existen volúmenes de peatones y vehículos, no menores del 80 % de los que se especifican para los requisitos de los volúmenes mínimos.

- d) Si la instalación del semáforo no desorganiza la circulación progresiva del tránsito.

Los semáforos que se instalen con base a la experiencia de los accidentes deben ser del tipo semiaccionado. Si se instalan en una intersección aislada, deben ser totalmente accionados.

6ta Condición Combinación de condiciones

Cuando ninguno de los requisitos anteriores se cumplen en un 100 %, pero dos o más se satisfacen en un 80 % de los valores indicados para cada uno de ellos, se puede considerar justificada la instalación. Las decisiones, en estos casos excepcionales, deben basarse en un análisis completo de todos los factores que intervienen. Antes de instalar semáforos de conformidad con el presente requisito, debe estudiarse la conveniencia de emplear otros métodos que ocasionen menos demoras al tránsito.

LOS SEMÁFOROS ACCIONADOS POR EL TRÁFICO.-

La característica principal de la operación de semáforos accionados por el tránsito es que la duración de los ciclos responden, en general, a las variaciones en la demanda de tránsito vehicular. Dicha demanda es registrada por aparatos detectores conectados al control del semáforo. Este tipo de control se ajusta continuamente a la duración del ciclo y en la división interna del mismo para satisfacer la demanda. Cuando hay varias fases, ni siquiera la secuencia de las mismas es fija, ya que si no hay demanda que la justifique cualquiera de ellas puede ser omitida del ciclo.

Si los lectores son solamente usados en algunos de los accesos de la intersección, el tipo de control es llamado semiaccionado. Si es usado en todos los accesos, se llama totalmente accionado.

Se distingue un tercer tipo de control cuando las indicaciones en los controles locales de cierta zona varían de acuerdo con la información recibida sobre fluctuaciones del tránsito, suministrada a un control maestro por detectores colocados en puntos clave.

Para instalar semáforos accionados por el tránsito deben analizarse previamente algunos factores, como ser:

1. VOLUMENES DE VEHÍCULOS.-

En intersecciones donde el volumen de tránsito no es suficiente para justificar semáforos de tiempo fijo, se pueden emplear semáforos accionados por el tránsito si hay otras condiciones que justifiquen la inversión. Por lo general este tipo de controles es más costoso.

2. MOVIMIENTO TRANSVERSAL.-

Cuando el volumen de tránsito en la calle principal es intenso y entorpece la circulación de la calle transversal, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito. Sin embargo, si el tránsito de la calle secundaria es lo suficientemente intenso para demandar el derecho de paso a intervalos muy frecuentes, es necesario limitar los lapsos correspondientes a la indicación de verde para la calle secundaria.

3. HORAS DE MÁXIMA DEMANDA.-

Si se requiere controlar una intersección durante un tiempo breve en el día, como en las horas de máxima demanda, se pueden instalar semáforos accionados por el tránsito, si se justifican económicamente, ya que en otras horas no ocasionan demoras inconvenientes, como los de tiempo fijo.

4. PEATONES.-

Cuando se tengan los volúmenes mínimos de peatones, especificados para semáforos de tiempo fijos, pueden ser preferibles los semáforos accionados por el tránsito, ya que tienen la circulación de vehículos únicamente cuando los peatones pidan el paso.

5. ACCIDENTES.-

Cuando sólo satisface el requerimiento mínimo relativo a los antecedentes sobre accidentes, especificado para semáforos de tiempo fijo, se puede considerar la instalación de semáforos accionados por el tránsito, los que pueden disminuir las demoras. Pueden justificarse los semáforos accionados por el tránsito donde la

estadística de accidentes es inferior a la que obliga a instalar semáforos de tiempo fijo, pero se debe efectuar un análisis cuidadoso para lograr resultados positivos.

6. AMPLIAS FLUCTUACIONES DE TRANSITO.-

En los casos que, según los requisitos para semáforos de tiempo fijo, es necesario instalar semáforos cuando los volúmenes de tránsito varían considerablemente, por lo general el control del tipo totalmente accionado por el tránsito resultara más eficaz.

7. INTERSECCIONES COMPLEJAS.-

En los casos donde se justifica la instalación de semáforos que exigen fases múltiples, se puede estudiar la conveniencia de usar semáforos accionados por el tránsito. En estos casos, además de las ventajas usuales, se puede eliminar una fase cuando no hay demanda.

8. SISTEMAS PROGRESIVOS.-

Cuando los espaciamientos y otras características de las intersecciones dentro de un sistema progresivo de semáforos de tiempo fijos sean tales que no se pueda lograr una buena coordinación, puede resultar más ventajoso el empleo de controles accionados por el tránsito.

9. CRUCES DE PEATONES FUERA DE LAS INTERSECCIONES.-

En los cruces concentrados de peatones cerca de escuelas o de espectáculos se puede justificar el uso de semáforos accionados por los peatones, complementándolos con señales apropiadas.

CONTROL SEMIACCIONADO.-

En un sistema de control semiaccionado por el tránsito, el derecho de paso corresponde usualmente a la arteria principal y es transferido a la calle transversal de acuerdo a la demanda. La demanda es registrada por los detectores instalados en los accesos de las calles transversales.

CONTROL TOTALMENTE ACCIONADO.-

Trabaja en la misma forma que el anterior, sobre la demanda registrada a través de los detectores. Si se trata de dos fases, ambas constan del intervalo inicial y el de vehículos, así como extensiones y despejes. Como ambas fases son accionadas, cualquiera puede ser suprimida en ausencia de demanda. El verde permanecerá con la calle que lo solicito el ultimo.

En intersecciones complejas puede haber hasta cuatro fases, cada una de ellas con las características anteriores. El control es muy flexible y se adapta a las fluctuaciones del tránsito, pudiendo suprimir fases donde no haya demanda de movimiento.

2.3.4. ASIGNACIÓN DE TIEMPOS.-

La asignación de tiempos en semáforos comprende la determinación del tiempo del ciclo entendiéndose a este como la sumatoria del tiempo de fase verde o más el tiempo de fase roja más el tiempo de fase amarilla de ida y vuelta, y los tiempos de las fases correspondientes.

La elección del tiempo que dure el ciclo es un a-priori, ya que es difícil de determinar en un pre-diseño un tiempo de ciclo óptimo, sin embargo de acuerdo a estudios que se han realizado en varios sistemas de semaforización se ha establecido que el rango de duración de un ciclo varía entre 35 - 120 seg.

Para la determinación de tiempos de fases es importante tomar en cuenta las siguientes variables.

- a).- Volumen de la demanda vehicular.
- b).- Composición del tráfico (vehículos livianos, medianos, pesado y transporte público).
- c).- Volumen de la demanda peatonal.
- d).- Movimiento de giro.

2.3.4.1.ASIGNACIÓN DE TIEMPOS EN FASE AMARILLA.-

La fase amarilla tiene como objetivo avisar al conductor que va a aparecer la fase roja a la fase verde y permitirle un tiempo suficiente para detener el vehículo o culminar una maniobra del cruce de la intersección.

Para asignar un tiempo a esta fase por lo tanto debemos tomar en cuenta la distancia de visibilidad de frenado. La velocidad de circulación media y el ancho de la intersección, teniéndose como relación que involucra estas acciones las sgte.

$$Ta = \frac{D}{V} + \frac{a}{V}$$

Donde:

D= Distancia de visibilidad de frenado y la determinación con la relación

$$do = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254(F \pm i)}$$

Donde:

V = Velocidad circulación media

t = Tiempo de reacción y percepción que para tramos urbanos varía entre 2 - 2.5 seg.

f = Coef. De fricción de neumático calzada normalmente se toma un valor medio de 0.40

i = Pendiente longitudinal de la intersección en el sentido del acceso

V = Velocidad de circulación media

a = Ancho de la intersección

2.3.4.2.ASIGNACIÓN DE TIEMPOS DE FASE ROJA Y VERDE.-

Adoptado el valor del ciclo y determinado el tiempo de fase amarilla se procede a determinar los tiempos de fase roja y fase verde y en realidad son tiempos cuyo objetivo es el proporcionar un tiempo razonable para que un conjunto de vehículos puedan cruzar la intersección de tal manera que se procure tener un flujo continuo.

Estos tiempos deben estar muy en relación con la demanda y esa demanda está dada por los volúmenes en cada uno de los accesos de la intersección, si los volúmenes los consideramos como valores totales la relación de equilibrio será:

$$\frac{VA * ta(ida)}{VB * tb(vuelta)} = \frac{tvA}{tvB}$$

VA= Volumen acceso A

VB = Volumen acceso B

tvA = Tiempo de verde en acceso A

tvB = Tiempo de verde en acceso B

ta y tb= tiempos de amarillo de ida y vuelta

En esta ecuación ya se conoce o se da por entendido que los valores del ciclo estará dado por los tiempos de fase verde en ambos sentidos y los tiempos de fase amarilla en ambos accesos dándonos como tiempo resultante para la asignación de tiempo de fase verde y fase roja al valor de C.

$$C = \text{ciclo} - ta - ta \cdot \quad \text{ciclo} = tva + tvb + ta + ta \cdot$$

C = Tiempo sobrante para asignar fase verde y fase roja

ta = Tiempo de fase amarilla

ta· = Tiempo de fase amarilla del otro acceso

Si en la ecuación de equilibrio coloco todo en función de una sola variable tendré que la relación es la siguiente:

$$\frac{VA * tA}{tvA} = \frac{Vb * tB}{tvB}$$

2.3.5. COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS.-

Los sistemas coordinados pueden, o no, estar sujetos a un control maestro. En caso de existir, la interconexión puede lograrse mediante cables o radios. En los controles

locales de estos sistemas, se emplean motores de sincronización o de inducción, o bien, dispositivos electrónicos de tiempo.

En general, los semáforos de tiempo fijo dentro de un radio de 400 metros y que regulan las mismas condiciones de tránsito, deben funcionar coordinadamente. Aun a distancias mayores, pueden resultar convenientes.

Existen cuatro sistemas de coordinación de semáforos de tiempo fijo, a saber:

1. Sistema simultaneo.-

Todos los semáforos muestran la misma indicación aproximadamente al mismo tiempo, útil para coordinar intersecciones muy cercanas. En condiciones de tránsito muy intenso puede dar mejores resultados que el sistema progresivo. Las duraciones de los ciclos y sus subdivisiones están controladas por las necesidades de una o dos de las intersecciones más importantes, lo que puede dar lugar a ciertas fallas en las demás. La relación entre la velocidad, ciclo y distancia, puede expresarse así:

$$v = \frac{3.6D}{C}$$

Donde:

v= velocidad de progresión entre intersecciones (km/h)

D= distancia entre intersecciones (m)

C= duración del ciclo (s)

2. Sistema alternado.-

Los semáforos de intersecciones cercanas, por grupos, muestran indicaciones alternadas, a lo largo de una ruta. En el sistema sencillo se tienen indicaciones contrarias en semáforos adyacentes. Los sistemas alternos dobles y triples constan de grupo de dos y tres semáforos que, respectivamente, muestran indicaciones contrarias. Mejora la circulación de los grupos de vehículos en comparación con el sistema anterior. Habrá más fluidez si las longitudes de las calles son más uniformes. En estas

condiciones se consigue una banda del 100 % siempre y cuando la velocidad de los vehículos sea:

$$v = \frac{7.2D}{C}$$

No se adapta muy bien si las cuerdas son desiguales. El sistema doble reduce la capacidad de la calle con los volúmenes altos. El sistema alternado es operado con un solo control, pero puede usar controles individuales, lo que es una ventaja sobre el sistema anterior

3. Sistema progresivo simple o limitado.-

Este sistema trata de varios semáforos sucesivos, a lo largo de una calle, que dan la indicación de verde de acuerdo con una variación de tiempo que permite, hasta donde es posible, la operación, continua de grupos de vehículos a velocidad fija en ondas verdes. Cada intersección puede tener una división diferente de ciclo, pero dicha división permanece fija.

Este sistema puede ser supervisado por un control maestro, para mantener las relaciones debidas de tiempo entre las indicaciones de los semáforos. Es necesario realizar revisiones periódicas de los controles, por variaciones debidas a cambios de voltaje y temperatura.

Los desfases, o diferencia de tiempo en que inician los ciclos entre los semáforos, pueden tener cualquier valor. No se limitan a la duración de un ciclo o medio ciclo, como en los sistemas anteriormente citados. Los cálculos se hacen por tanteos, y no hay formula que relacione el ciclo con la velocidad de cruce y el tiempo de la faja disponible.

4. Sistema progresivo flexible.-

En este sistema es posible que cada intersección con semáforos varié automáticamente en varios aspectos. Mediante el uso de controles de intersecciones con caratulas múltiples, se pueden establecer varios programas para subdividir el ciclo. Además, es

posible cambiar los desfases con la frecuencia deseada. Se pueden establecer programas de tiempo predeterminado en los controles múltiples para dar preferencia en las horas de máxima demanda. No obstante que todo el sistema usa un ciclo común, la duración y subdivisión de este pueden variar en función de los cambios de volúmenes de vehículos. Con base en la variación de los volúmenes de tránsito y la selección de la velocidad adecuada, se puede lograr un movimiento continuo a lo largo de una arteria, especialmente si es de un solo sentido.

La supervisión de los controles individuales de las intersecciones se logra desde un control maestro a través de circuitos interconectados por medio de señales de radio o bien, por intermedio de líneas telefónicas. Para obtener la máxima flexibilidad de este sistema, los recuentos de tránsito se deben efectuar frecuentemente. Este sistema es el que da mejores resultados para intersecciones ubicadas a distancias variables.

c).- COORDINACIÓN FLEXIBLE.-

La coordinación flexible se entiende como a la determinación de diferentes tiempos de fase verde en semáforos pertenecientes a una red aunque tenga tiempos fijos respondan más a las necesidades de la demanda real en cada intersección, es decir este tipo de coordinación optimiza los tiempos de fase verde en función de las demandas de acceso siendo esto solo posibles en una central digitalizada que tenga subcentrales inducidas unitarias para cada semáforo. Esta se da con la nueva tecnología en centrales semaforicas que han servido para optimizar pero que tienen un mayor costo.

Cualquiera sea el tipo de coordinación que se adopte este tendrá que pasar por una prueba en funcionamiento mínimo de tres meses el cual está sujeto a un control para ver cuáles son las ventajas y desventajas y lograr una reasignación de tiempos y una coordinación adecuada a las condiciones de circulación.

2.4.SEÑALIZACIÓN.-

2.4.1. DEFINICIÓN.-

Definimos a la señalización como un componente metodológico dentro de la ingeniería de tráfico cuyo objetivo es que a través de las señales se mejore la circulación vehicular y peatonal en un trazo urbano o en carreteras.

Se denomina dispositivos para el control de tránsito a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de la misma. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (prevenciones) que debe tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo de circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carreteras.

2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALES.-

Dentro de la señalización se tienen 2 grupos importantes que son:

Señalización vertical

Señalización horizontal

2.4.2.1.SEÑALIZACIÓN VERTICAL.-

Se define a la señalización vertical como el conjunto de señales que van distribuidas a lo largo de una carretera o dentro de un trazo urbano con el propósito de mejorar la circulación vehicular y peatonal estableciendo en función de las normas una forma de utilización de los espacios vehiculares y peatonales.

Debido a la gran variedad de las señales que podrán presentarse se ha hecho una clasificación en función de los objetivos de cada grupo de señales estableciéndose tres grupos de señales.

- a).- Señales Preventivas
- b).- Señales Restrictivas
- c).- Señales Informativas

2.4.2.1.1. SEÑALES PREVENTIVAS.-

Las señales preventivas tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre o a un lado de la carretera o calle, de un peligro potencial y su naturaleza. La señal por sí misma debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o el otro vehículo o peatón.

Las señales preventivas deberán instalarse siempre que una investigación o estudio de tránsito indique que existe una condición de peligro potencial. Las características que pueden justificar el uso de señales preventivas, son las siguientes:

- Cambios en el alineamiento horizontal y vertical por la presencia de curvas.
- Presencia de intersecciones con carreteras o calles, y pasos a nivel con vías de ferrocarril.
- Reducción o aumento del número de carriles y cambios de anchura del pavimento.
- Pendientes peligrosas.
- Proximidad de un cruce donde existe un semáforo o donde debe hacer un alto.
- Pasos peatonales y cruces escolares.
- Condiciones deficientes en la superficie de la carretera o calle, como presencia de huecos y protuberancias.
- Presencia de derrumbes, grava suelta, etc.
- Aviso anticipado de dispositivos de control por obras de construcción.

El tablero de las señales preventivas será de forma cuadrada, esquinas redondeadas, que se colocará con una de sus diagonales en sentido vertical tomando la forma de diamante.

Las señales que requieran una explicación complementaria, además el símbolo llevarán un tablero adicional en su parte inferior de forma rectangular con las esquinas redondeadas, con leyendas como "principia", "termina", o la longitud en que se representa la situación que se señala formando así un conjunto. La ubicación de las señales preventivas en sentido longitudinal será antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de la velocidad de aproximación. En sentido lateral las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado del acotamiento en carreteras o sobre la banqueta en calles.

Las señales preventivas son aquellas cuyo objetivo es la de prevenir dentro de la circulación a obstáculos o peligros que puedan presentarse. Por ello se ha establecido un conjunto de señales que previenen algunas situaciones comunes dentro de la circulación de carreteras y calles como ser el estrechamiento de un camino la existencia de un puente angosto, la existencia de un badén la existencia de una zona esporádica la existencia de un camino sinuoso, etc. De acuerdo a las normas del SNC se tiene alrededor de 40 señales preventivas codificadas con las siglas P.

CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS.-

Las señales preventivas de acuerdo a normas tienen dimensiones de 0.60 a 0.60 mts. Tienen un fondo amarillo con pintura reflectiva la señal de color negro y tienen un contorno de color de línea negra alrededor del recuadro y la posición definitiva es con las aristas arriba y abajo.

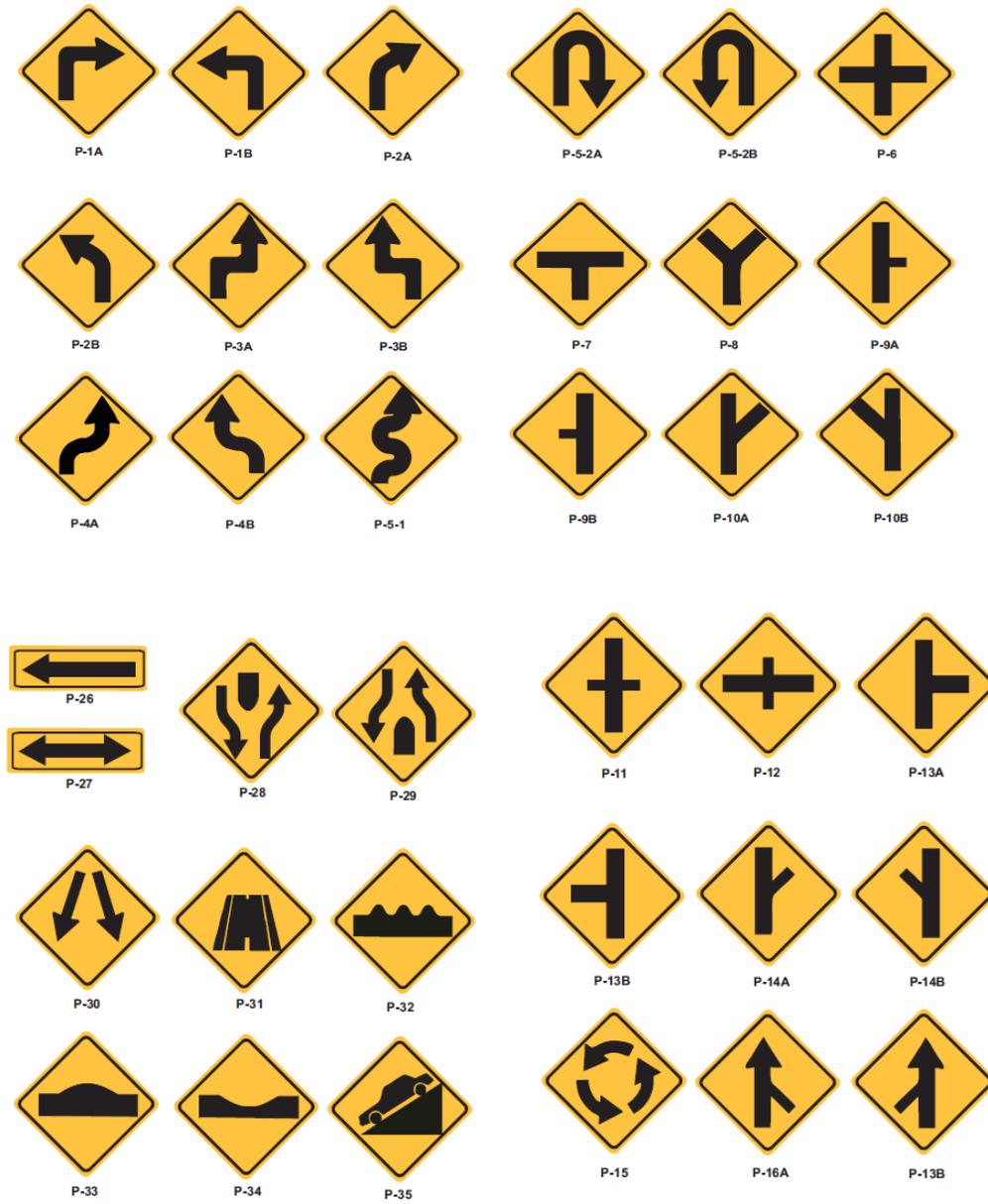


Figura 2.5.1. Señales preventivas.



Figura 2.5.2. Señales preventivas.

2.4.2.1.2. SEÑALES RESTRICTIVAS.-

Las señales restrictivas tiene como función expresar en la carretera o calle alguna fase del reglamento de tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general, tienden a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito.

Las señales restrictivas de acuerdo a su uso se clasifican en los siguientes grupos:

- De derecho de paso o vía.
- De inspección.
- De velocidad máxima o mínima.
- De movimientos o circulación.
- De mandato por restricciones y prohibiciones.
- De estacionamientos.

El tablero de las señales restrictivas será de forma cuadrada con las esquinas redondeadas, excepto las señales de "PARE", que tendrá forma octogonal, y "CEDA

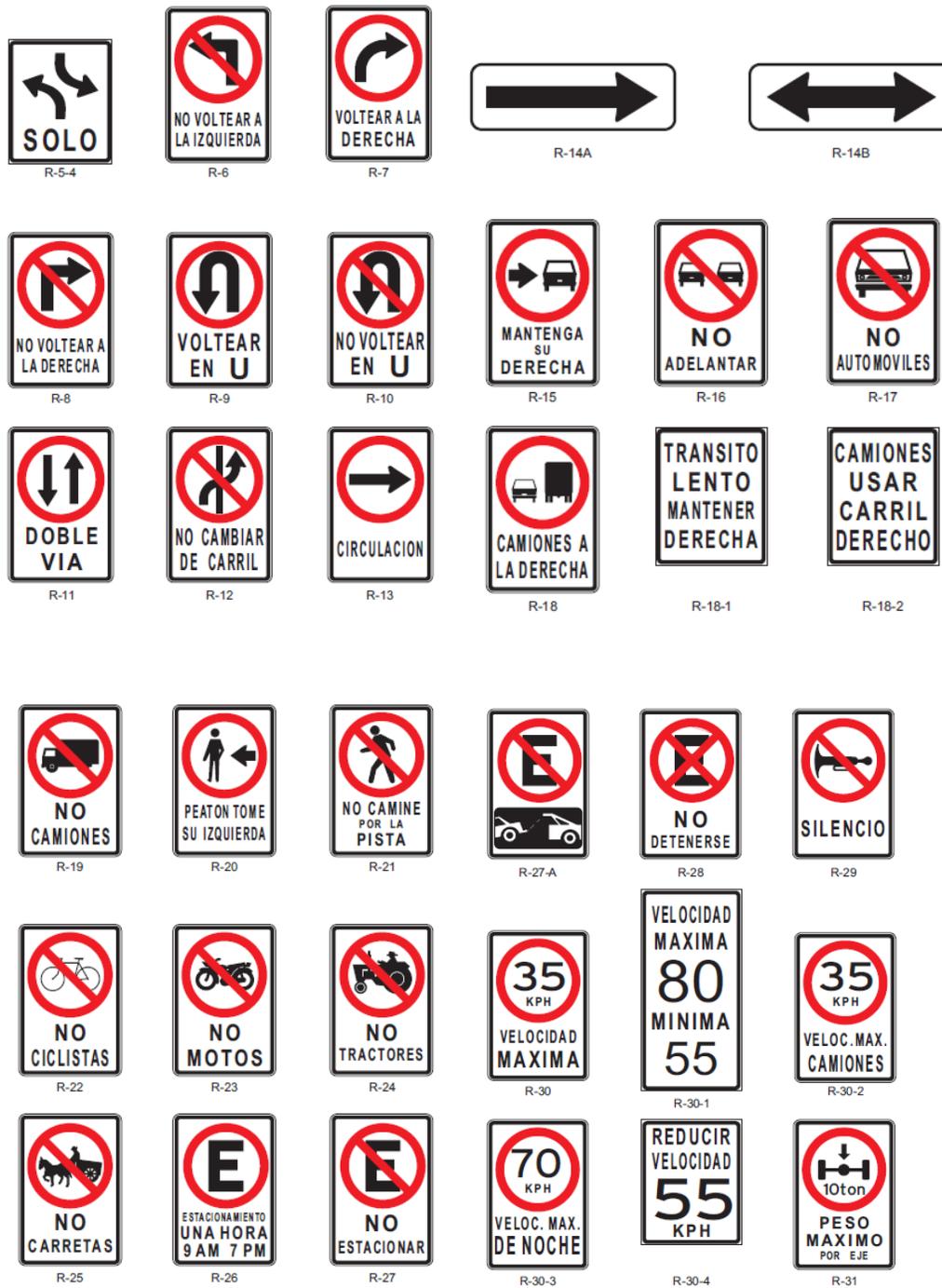
EL PASO”, que tendrá en forma de triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo. Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo llevaran un tablero adicional de forma rectangular con las esquinas redondeadas, colocado en su parte inferior formando un conjunto.

El color de fondo de las señales restrictivas será blanco en acabado reflejante o mate. El anillo y la franja diagonal en rojo, y el símbolo, letras y filete negro, excepto las señales de “PARE” Y “CEDA EL PASO”. La señal de “PARE” llevara fondo rojo con letras y filete en blanco. La señal de “CEDA EL PASO” llevara fondo blanco, con letras en negro y franja perimetral en rojo.

La ubicación longitudinal de las señales restrictivas será en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición. En sentido lateral las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado del acotamiento en carreteras y sobre la banqueta en calles.



2.6.1. Señales restrictivas.



2.6.2. Señales restrictivas.

CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES RESTRICTIVAS.-

De acuerdo a las normas vigentes en nuestro país como a nivel panamericano se tiene normalizadas dimensiones y colores para este tipo de señales. Las dimensiones establecidas son de 0.60 x 0.90 mts, el fondo de estas señales deben ser de color blanco con pintura reflectiva, llevan un revéte alrededor de la señal de 1/2" de grosor de color negro. La señal está en la parte superior y tiene color negro, en algunas de ellas lleva una orla de color rojo de 1" de espesor y cuando se quiere restringir la acción de la señal esa orla lleva una línea diagonal del mismo color de izquierda a derecha. En la parte inferior de la señal pueden ir colocadas además algunas indicaciones alfabéticas cuyas dimensiones también están establecidas siendo letras de altura de 10 cm cuyos grosor son de 1/2" existen dos excepciones en este tipo de señales restrictivas que son las señales de pare y ceda el paso. La señal de pare es un octógono simétrico cuyas (paredes) o lados paralelos están a 75cm, tiene un fondo de color rojo con pintura reflectiva y tiene la palabra pare en la línea simétrico central además de un ribete alrededor de la señal de color blanco. La ubicación de estas señales es a la derecha de las líneas de parada ubicadas en el pavimento y en todos aquellos lugares donde se quiere prevenir a través de la detención del vehículo un cruce de una intersección.

La señal de ceda el paso es una señal cuyas dimensiones son la de un triángulo equilátero de 80cm de lado que tiene un fondo blanco con pintura reflectiva en la parte superior está escrito la frase de ceda el paso y lleva un ribete alrededor de color negro. Esta señal va ubicada en todas aquellas intersecciones donde está priorizado por características geométricas y de volumen de tráfico el flujo principal y el flujo secundario, estando ubicada la señal de ceda el paso en el acceso de flujo secundario.

2.4.2.1.3. SEÑALES INFORMATIVAS.-

Las señales informativas tienen como función guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar. Las señales informativas de acuerdo a la información que den, se clasifican en:

- De identificación.
- De destino.
- De recomendación e información en general.
- De servicios y turísticas.

Las señales informativas como su nombre la indica tienen el objetivo de dar alguna información ya sea de carácter de servicio o de circulación al conductor que transita por una carretera o por un tramo urbano. Estas señales mejoran los servicios que puedan presentarse a lo largo de una carretera como ser restaurante, hoteles, estaciones de servicio, gasolineras, teléfono, cuyas características están también codificadas en el manual del S.N.C como en el manual de servicios panamericana.

CARACTERÍSTICAS DE SEÑALES INFORMATIVAS.-

Las características de las señales informativas si bien están normalizadas en colores y dimensiones de algunos de ellos existen otras cuyas dimensiones se determinan de acuerdo al tipo de proyecto. En cuanto a las señales informativas para servicio la norma es de que estas tengan la dimensión de 0.60 x 0.90 con un fondo azul un recuadro en la parte superior de 0.40 x 0.40 con fondo blanco de pintura reflectiva en cuyo interior estará la señal especificado de acuerdo al manual.

Las señales de orden de circulación no tiene establecidos una dimensión dejándose a criterio del proyectista determinar las dimensiones más adecuados tratando de que estas en lo posible sean rectangulares con la base horizontal mayor y la base menor vertical, lo que sí está establecido de que estas deben tener un fondo verde con pintura reflectiva y la nomenclatura que se tenga sobre ella tenga el color blanco que pueden ser alfabéticos, numéricos o flechas direccionales.

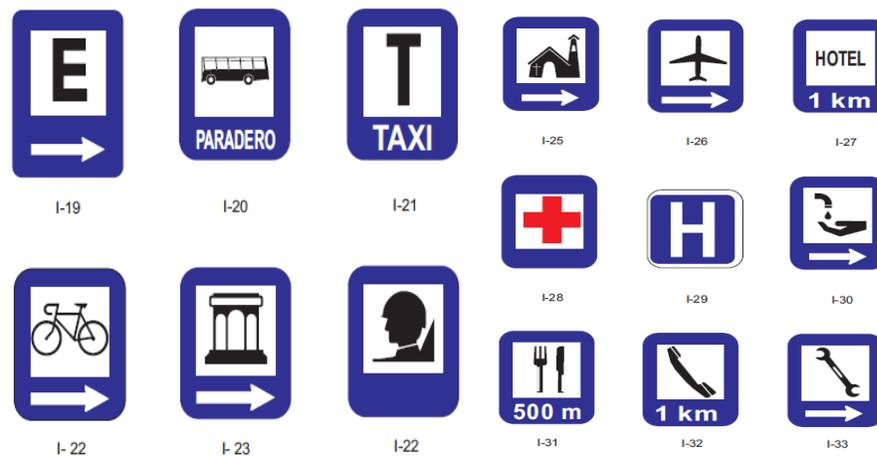


Figura 2.7. Señales informativas.

2.4.2.1.4. UBICACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES.-

La ubicación de las señales verticales se establece de acuerdo de que si este va a estar en un trazo urbano o va a estar en un tramo rural o carretera.

Si está ubicado en un tramo urbano las señales verticales se colocaran a una distancia mínima de 0.60 mts. del borde de la calzada y una altura mínima de 2 metros apoyado sobre un poste que puede ser metálico de 3 o 4 pulgadas de diámetro que tendrá que ser pintado de color gris, puede ser de madera de dimensión rectangular de 0.15 x 0.15 o de hormigón de 0.15 a 0.20 de lado.

En el caso de las carreteras las señales verticales deber ser colocadas a una distancia de 1.20 a 4 mts a partir del borde de la plataforma y a una altura de 2 metros con referencia o la rasante de la carretera, igualmente estará apoyada sobre postes que pueden ser metálicos, de madera u Hormigón en las dimensiones ya indicadas.

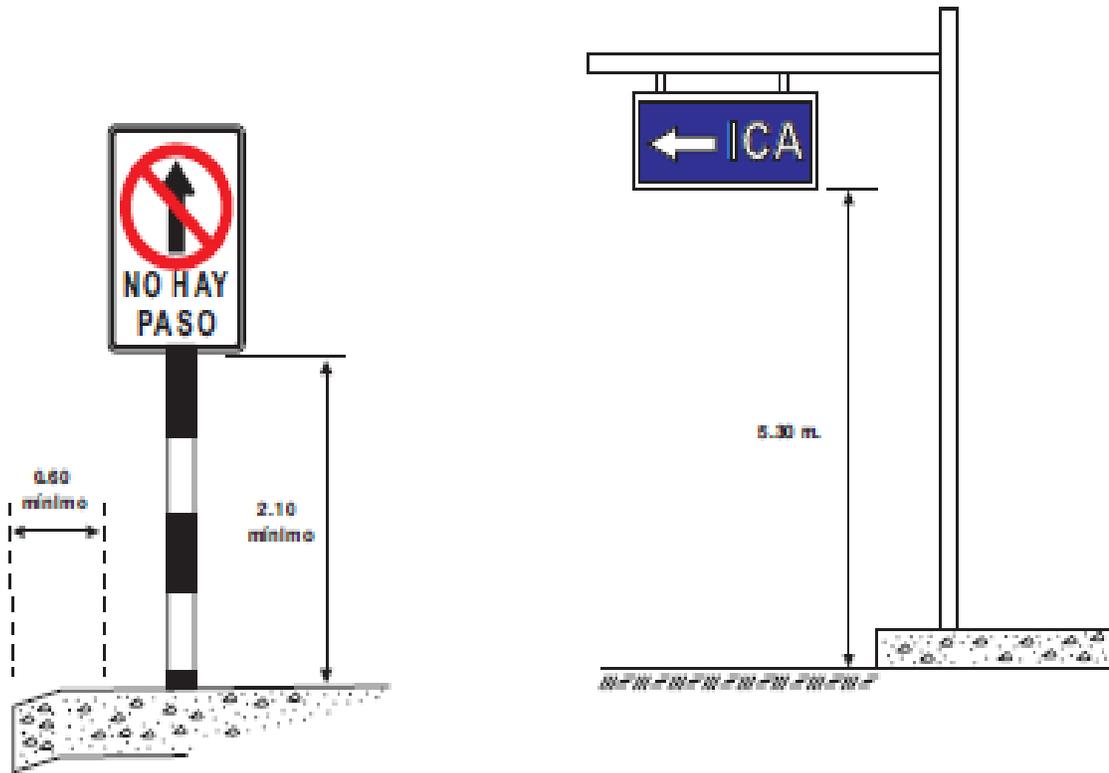


Figura 2.8. Ubicación de señales.

2.4.2.1.5. ESPECIFICACIONES DE LA SEÑAL VERTICAL.-

Además de las especificaciones de dimensiones color y forma se deben incluir con la especificación el grosor de la plancha, el tipo de pintura reflectiva a usarse y la durabilidad que deben tener este para ello los fabricantes de señales verticales proporcionan las características de sus productos siendo en la actualidad los más usados las planchas pintadas en caliente en hornos especiales a temperaturas altas y la utilización de material fibra plástico para la señal misma y los contornos que a manera de adhesivo va pegado en la plancha, teniéndose las diferentes calidades siendo el más usual el tipo de grado de ingeniería.

2.4.2.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.-

Se entiende por señalización horizontal al conjunto de marcas sobre el pavimento que tienen el objetivo de mejorar la circulación de vehicular y peatonal pudiendo ser de tipo restrictivo, preventivo e indicativo.

Existen diversas marcas sobre el pavimento que son colocadas con objetivos específicos esos objetivos están planteados de tal manera que se trate de señales universales, es decir que todos los países traten de normalizar su señalización horizontal de la misma manera. Actualmente se ha conseguido que todos los países panamericanos a través de un congreso hayan definido leyes normativas generales tanto para la señalización horizontal y vertical.

2.4.2.2.1. TIPOS DE SEÑALES HORIZONTALES.-

Existen diferentes tipos de señales horizontales que son pintadas sobre el pavimento entre los más importantes tenemos:

- a).- Cruce de peatones
- b).- Líneas de parada
- c).- Líneas de separación de carriles
- d).- Líneas de demarcación de calzada
- e).- Flechas direccionales
- f).- Flechas deflectoras
- g).- Líneas de prevención de frenado
- h).- Letras Alfabéticas sobre el pavimento

a).- CRUCE DE PEATONES.-



Figura 2.9. Señal horizontal cruce de peatones.

Estas marcas tienen como objetivo la demarcación de un espacio definido para el cruce de peatones generalmente en las intersecciones de un trazo urbano. En carreteras y autopistas estas señales deben ir en espacios o distancias determinadas para permitir el cruce peatonal de un extremo a otro.

El cruce de peatones de acuerdo a las normas debe colocarse a la llegada del flujo a una intersección a 1 mts. De la línea de parada cuyo ancho puede variar de 2.5 a 5 mts. Y podrá tener dos formas. Una con segmentos longitudinales paralelas al eje intercaladas entre pintados y no pintadas cuyo ancho de franja será de 0.40 o 0.50 mts. La otra forma está definida por dos líneas paralelas transversales al eje de un grosor de 0.10 a 0.15 mts. Y una separación de 2.5 - 5 mts. Ambos tipos serán pintadas con pintura blanca.

En el caso de intersecciones esviadas esta demarcación también tendrá que tener el sentido desviado para mantener una correlación geométrica.

b).- LÍNEA DE PARADA.-

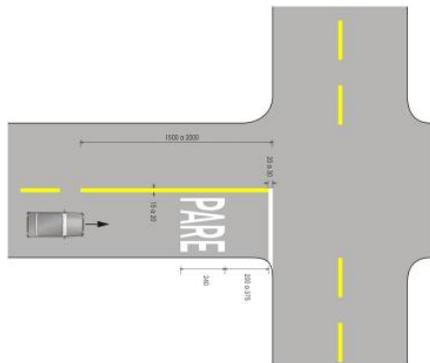


Figura 2.10. Señal de parada de vehículos.

Una línea de parada es una señal cuyo objetivo es definir la línea en la cual el vehículo debe detenerse antes de cruzar la intersección esta línea de parada debe ir acompañada por una señal vertical a la derecha de la misma con una nomenclatura de pare.

La línea de parada de color blanco de un ancho de 0.40 a 0.50 metros y una longitud que abarque el ancho de la calzada.

c).- LÍNEA DE SEPARACIÓN DE CARRILES.-

Las líneas de separación de carriles tienen por objetivo la delimitación longitudinal de cada carril y la delimitación de los carriles para cada sentido de circulación los casos más frecuentes que se pueden presentar son:

a).- Líneas de carriles de un solo sentido.-

Figura 2.11. Señal horizontal (divide carriles e indican un solo sentido).

Estas son líneas segmentadas de color blanco en el caso de dos carriles estarán exactamente sobre el eje definida por el ancho medio de la calzada en el caso de más carriles se realizara una división entre el ancho de la calzada y el número de carriles definiéndose los ejes correspondientes para la señalización. En caso de carreteras y autopistas se debe encontrar una relación entre el segmento pintado y el espacio en blanco igual a 0.60 metros, esto depende de la velocidad de proyecto a mayor velocidad mayor separación de segmentos. En las calzadas urbanas la relación entre el segmento pintado y no pintado generalmente es igual a 1 metro esto debido a las velocidades de circulación medio baja. Los segmentos son pintados de color blanco cuyo ancho es de 0.10 a 0.15 metros.

b).- Dos carriles ambos sentidos.-

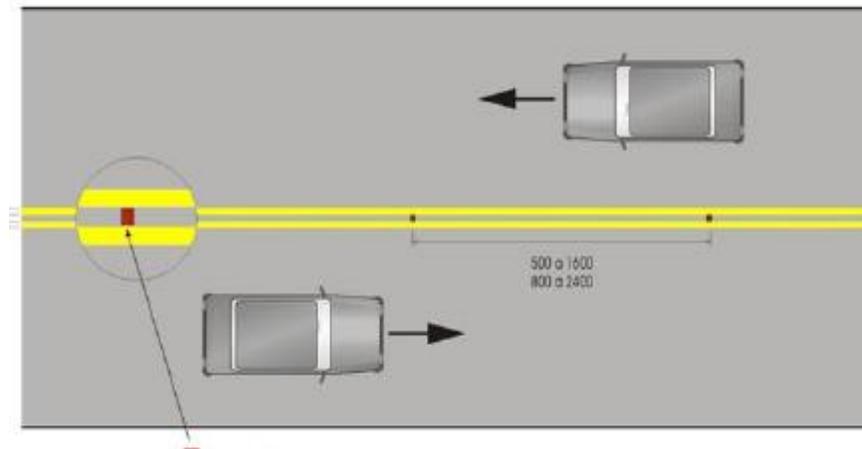


Figura 2.12. Señal horizontal que indica dos carriles y ambos sentidos.

En calzadas de este tipo estableciéndose que solo hay un carril por cada sentido, la línea que separa ambos carriles y sentidos, es una línea amarilla que tiene restricción de cruce, el ancho de esa línea es de 0.10 a 0.15 metros .

c).- Calzada de dos carriles por sentidos y ambos sentidos.-

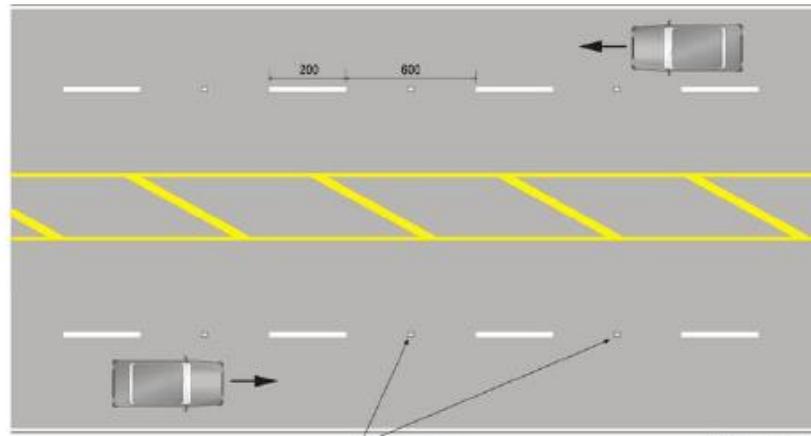


Figura 2.13. Señalización para varios carriles y de dos sentidos.

En este caso se demarca la separación de carriles por cada sentido con segmentos de color blanco y la separación de sentidos de circulación con dos líneas amarillas paralelas que van a 0.05 mts del eje de la calzada con un ancho de 0.10 a 0.15 mts.

d).- LÍNEAS DE DEMARCACIÓN DE CALZADAS.-

Las líneas de demarcación de calzada, tienen como objetivo definir efectivamente el área correspondiente a la calzada comprendida al interior de estas líneas, quedando las bermas a la parte exterior a estas líneas. Las líneas de demarcación de calzada es una línea continua de color blanco paralela al eje a ambos lados de la calzada, cuyo espesor es de 0.10 - 0.15 mts. En el caso de autopistas de sentido separados tendrán sus correspondientes líneas de demarcación de calzada.



Figura 2.14. Demarcación de calzadas.

E).- FLECHAS DIRECCIONALES.-

Las flechas direccionales tienen el objetivo de guiar la circulación vehicular tanto de tramos urbanos como en carreteras y autopistas, estas flechas direccionales son marcas que van pintadas sobre el pavimento y que guían la circulación pudiendo ser de 4 tipos.

- a).- La flecha direccional de frente
- b).- La flecha direccional de frente y giro a la izquierda
- c).- La flecha direccional de frente y giro a la derecha
- d).- La flecha direccional de giro izquierda o giro derecha simplemente

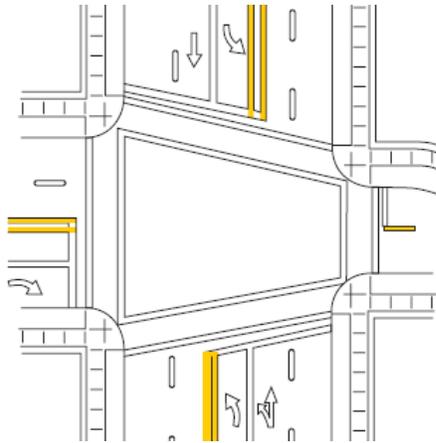


Figura 2.15.1. Señalización de flechas direccionales en una intersección.

La ubicación de cada uno de estos tipos de flechas estará de acuerdo al sentido de circulación ya establecido ya sea en arterias urbanas o en carreteras o autopistas. Estas flechas direccionales tienen dimensiones normalizadas que sin ser totalmente invariable. Son de carácter recomendable y en cada caso tienen ya dimensiones establecidas que por la práctica han demostrado ser las más convenientes para la visualización por parte de los conductores a velocidades de circulación media.

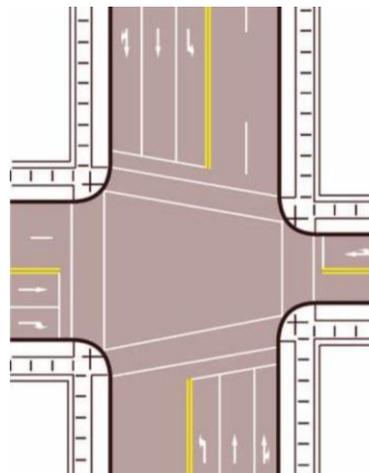


Figura 2.15.2. Señalización de flechas direccionales en una intersección.

La distribución de las flechas direccionales es diferente para el caso de un área urbana y de una carretera o autopista.

En el caso de una área urbana las flechas direccionales deberán ubicarse en los accesos de ingreso a cada intersección separadas de la línea de parada una distancia que puede variar de 1 metro hasta 4 metros si las velocidades están entre 20 y 50 km. /h .Para velocidades mayores el proyecto puede determinarse que estas flechas se separen de la línea de parada en distancias aún mayores de 5,10 hasta 1.5 mts. Transversalmente las flechas direccionales deben de estar sobre el eje del carril correspondiente y paralelo al eje. Cuando en una intersección se pueden realizar los tres movimientos es decir de frente giro a la derecha y giro a la izquierda se deberá separar por lo menos en dos señales a los tres movimientos.

Las señales de flechas de direccionales son un apoyo a la señalización vertical que también debe existir necesariamente en cada uno de las intersecciones.

En el caso de carreteras o autopistas estas flechas direccionales tendrán el mismo objetivo sin embargo su uso puede ser menos necesario dependiendo de cada proyecto, en autopistas cuyos accesos de entrada y salida son frecuentes es conveniente una señalización horizontal de flechas horizontales para lo cual se recomienda que estas estén separadas entre sí cada 60,120 o 200 metros dependiendo de la velocidad directriz.

En el caso de carreteras sin acceso frecuentes se hace innecesarios este tipo de señalización y solamente se puede limitar o un par de señales antes de llegar a una intersección donde haya un acceso o salida, las dimensiones de las señales serán las mismas ya indicadas y su ubicación también será paralela al eje y transversalmente sobre los ejes del carril.

ISLETAS DEFLECTORAS.-

Las isletas deflectoras son señales horizontales cuyo objetivo es el de definir espacios para cada flujo de circulación principalmente en intersecciones cuyos accesos tienen varios carriles y ambos sentidos y cuyas salidas de la intersección también ambos sentidos de circulación, estas características obligan a mejorar y definir cuáles van a

ser los espacios de circulación de cada sentido, el definir se produce unos espacios muertos que no utilizara la circulación vehicular estos espacios para una mejor visualización se convierten en isletas deflectoras que pueden estar físicamente acordonadas o si esto no es posible se marcara dicho espacio con una marca horizontal con pintura amarilla con segmentos que dependiendo de las dimensiones de la isleta pueden tener un espesor de 0.10 , 0.15 ,0.40 o 0.50 metros el sentido de estas marcas deberán ser del sentido del flujo de tal manera que en cada caso se baja formando por si sola.

LETRAS SOBRE EL PAVIMENTO.-

Las letras sobre el pavimento no son de uso común debido a que dependiendo de la velocidad de circulación puede haber suficiente tiempo y visibilidad para el conductor haga la lectura de las palabras o letras sobre el pavimento. Sin embargo en algún caso como ser acceso a aeropuerto acceso a rutas principales, rotondas de distribución son obras donde es posible usar letras sobre el pavimento formando palabras como alto, pare, siga, parqueo estacionamiento zona prohibida, etc. Las dimensiones de las letras sobre el pavimento también están normalizadas el alto de 2.40 y ancho de 0.50 en el caso de la norma boliviana dado en el manual del servicio de caminos se tienen normalizados todas las dimensiones para cada uno de las letras del alfabeto, la separación entre letra y letra normalmente es de 0.40 - 0.50 metros y las letras son pintadas de color blanco.



Figura 2.16. Señalización con letras en el pavimento.

CAPÍTULO 3

3. RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.-

Se realizará la recolección de datos necesarios para la semaforización y señalización en la avenida la Banda que es la zona de estudio, donde se procederá a determinar primeramente las horas pico en las cuales se aforará, los volúmenes y las velocidades de los vehículos. Ya determinadas las horas picos se procederá a realizar el registro de la información en hojas de aforo, los volúmenes vehiculares y los tiempos para calcular las velocidades. También se procederá a realizar un registro de la zona para determinar las señales necesarias.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.-

La zona de estudio está ubicada al lado del río Guadalquivir, comienza a la altura del puente San Martín, donde se encuentra el mercado del mismo nombre, más abajo esta la universidad Domingo Savio, un surtidor cerca pasando la rotonda del puente Bicentenario, pasando la intersección a la altura del puente peregrino se encuentra una escuela de automotriz, el hotel viña del Sur, las oficinas de SOBOCE. Pasando la rotonda del puente Bolívar esta la oficina de MMAyA, el colegio La Salle, y al otro acceso se encuentran canchas de futbol y el colegio Bancario. A lo largo de toda la avenida la alcaldía construyó áreas de recreación en diferentes puntos, por lo es habitual encontrar personas todos los días realizando deportes, caminatas, pero al no contar con toda la señalización correspondiente y semaforización surge el problema de seguridad tanto para el peatón como para el conductor del vehículo, por lo que se busca con este estudio determinar las mejores soluciones para que la circulación vehicular sea ordenada y se pueda brindar seguridad al conductor y al peatón.



Figura 3.1. Vista satelital de la zona de estudio.

3.2. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.-

3.2.1. DETERMINACIÓN DE LAS HORAS DE AFORO.-

Para la recolección de datos, primero se aforo en un punto de la avenida durante 15 horas continuas para determinar las horas pico, donde se presentan la mayor cantidad de vehículos por hora. Se realizó el aforo en ambas vías de diferentes sentidos para luego obtener el total de las dos y encontrar las tres horas pico más críticas del día, con el fin de determinar a qué horas se aforara de los dos días hábiles de la semana y el día no hábil de la semana durante un mes.

En la siguiente tabla se pueden observar los datos de aforamiento de volúmenes para un vía de dos carriles, pero de un solo sentido de circulación.

SENTIDO DE SUBIDA →

TIEMPO (horas)		VOLUMEN (vehículos)
6	7	62
7	8	309
8	9	311
9	10	252
10	11	315
11	12	287
12	13	400
13	14	193
14	15	229
15	16	254
16	17	232
17	18	279
18	19	402
19	20	421
20	21	233

Tabla 3.1. Datos aforo del sentido de subida para determinar las horas pico.

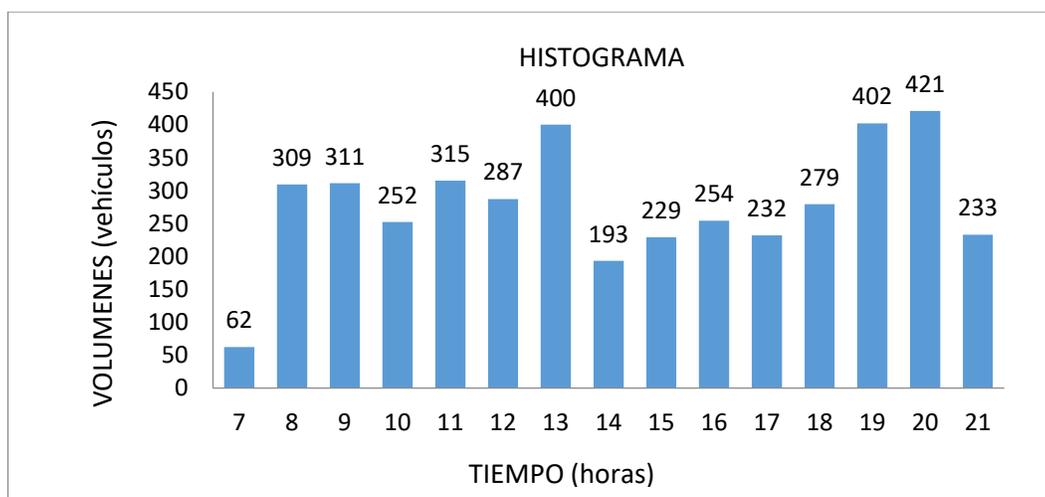


Figura 3.2. Gráfico de histograma de los datos de aforo en sentido de subida.

En la siguiente tabla se pueden observar los datos de aforamiento de volúmenes para un vía de dos carriles, pero del otro sentido de circulación por lo que es necesario obtener el total de ambos sentidos.

SENTIDO DE BAJADA ←

TIEMPO (horas)		VOLUMENES (vehículos)
6	7	96
7	8	742
8	9	555
9	10	396
10	11	397
11	12	456
12	13	395
13	14	250
14	15	525
15	16	444
16	17	354
17	18	416
18	19	593
19	20	566
20	21	327

Tabla 3.2. Datos de aforo del sentido de bajada para determinar las horas picos.

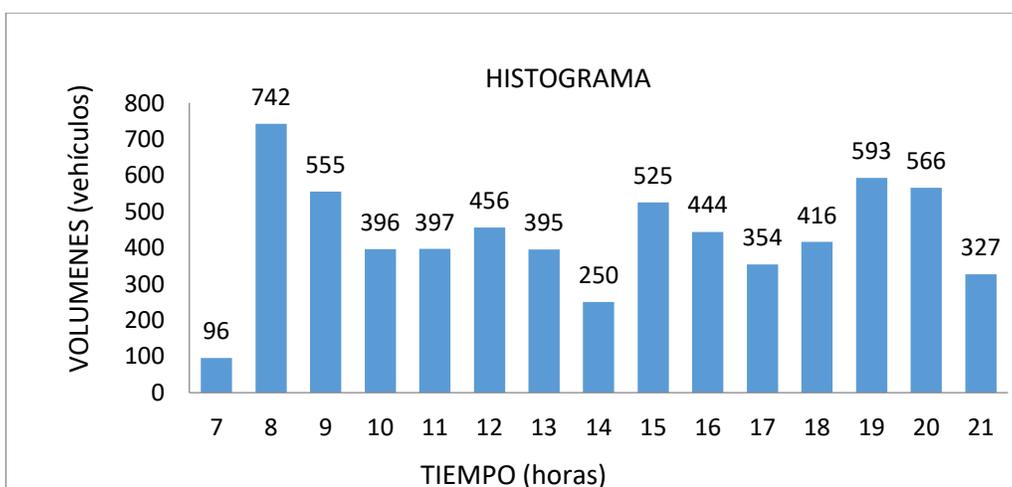


Figura 3.3. Gráfico de histograma de los datos de aforo en sentido de bajada.

Ahora realizando la suma de los volúmenes vehiculares de ambos sentidos se puede ver en la tabla de abajo el total, para determinar las horas pico del día, en los cuales se pudo ver que de 7-8, 12-13 y 18-19 horas es donde se presentan los volúmenes más altos de circulación de todo el día.

VOLUMENES DE AMBOS SENTIDOS

TIEMPO (horas)		VOLUMENES (vehículos)
6	7	158
7	8	1051
8	9	866
9	10	648
10	11	712
11	12	743
12	13	795
13	14	443
14	15	754
15	16	698
16	17	586
17	18	695
18	19	995
19	20	987
20	21	560

Tabla 3.3. Datos de aforos totales de ambos sentidos.

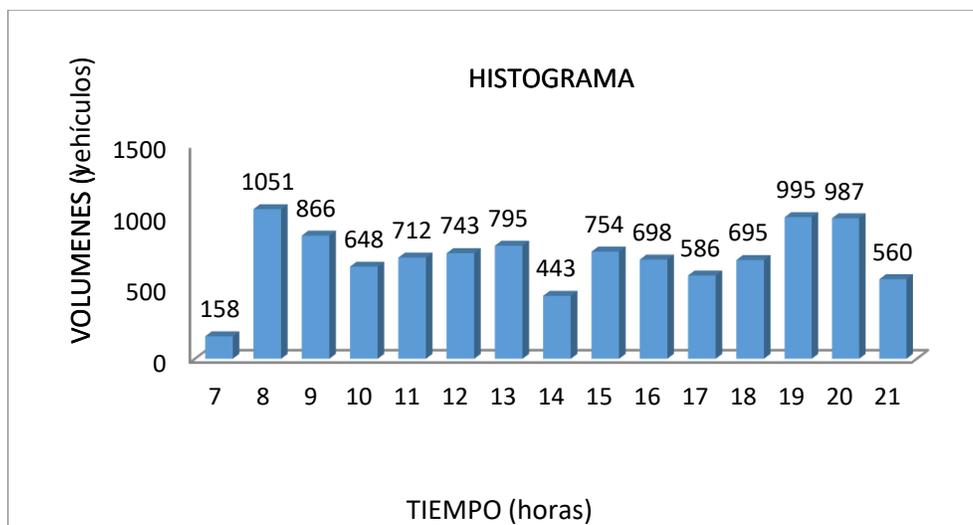


Figura 3.4. Gráfico de histograma de los datos de aforo de ambos sentidos.

3.2.2. PUNTOS DE AFORO.-

Una vez determinado las horas en las cuales se realizará los aforos, se ubicó los puntos de aforo vehicular en cada intersección donde se registrara el número de vehículos de ingreso en los accesos identificados como lo muestra en la figura 3.5, como ya se mencionó se realizará los en las horas pico dos días hábiles de la semana y un día no hábil, durante un mes, como lo indica el método AASTHO, ya que al tomar un tiempo de un mes para realizar la recolección de datos se tendrán una muestra representativa del comportamiento vehicular, que servirá para los cálculos de los tiempos de fases y ciclos para los semáforos. Se optó por este método ya que el que propone la ABC que es tiempo mínimo de una semana pero aforos de 24 horas los siete días de la semana no obteniendo datos representativos además no sería viable de realizarlo, tomando en cuenta que los aforos se realizarán de forma manual.

De igual manera para las velocidades se identificó puntos de aforo, los cuales se ubicaron antes de llegar a cada intersección tomando como principal la avenida se midió a 100 metros antes de llegar a la intersección y de ahí se volvió midiendo 25 metros los cuales se remarcó con pintura para delimitar esta distancia. Se procede de esta manera ya que al tener distancias largas de intersección a intersección la velocidad con la que llega a dichas intersecciones no es la misma que con la que circula a la mitad de ésta por lo que se mide a una distancia apropiada de la llegada a la intersección que se asumió cien metros que por lo regular es la medida de una cuadra y ahí se marcó los 25 metros donde se medirá el tiempo de los vehículos que demoran en recorrer es distancia marcada, lo que se obtendrá es la velocidad de punto que es la velocidad con la cual circula el vehículo en ese instante al pasar por ese punto que es la distancia marcada, el tiempo de aforo será igual de un mes como lo indica el método AASTHO dos días hábiles y un día no hábil de la semana, en la figura 3.6. Están ubicados los puntos de aforo.

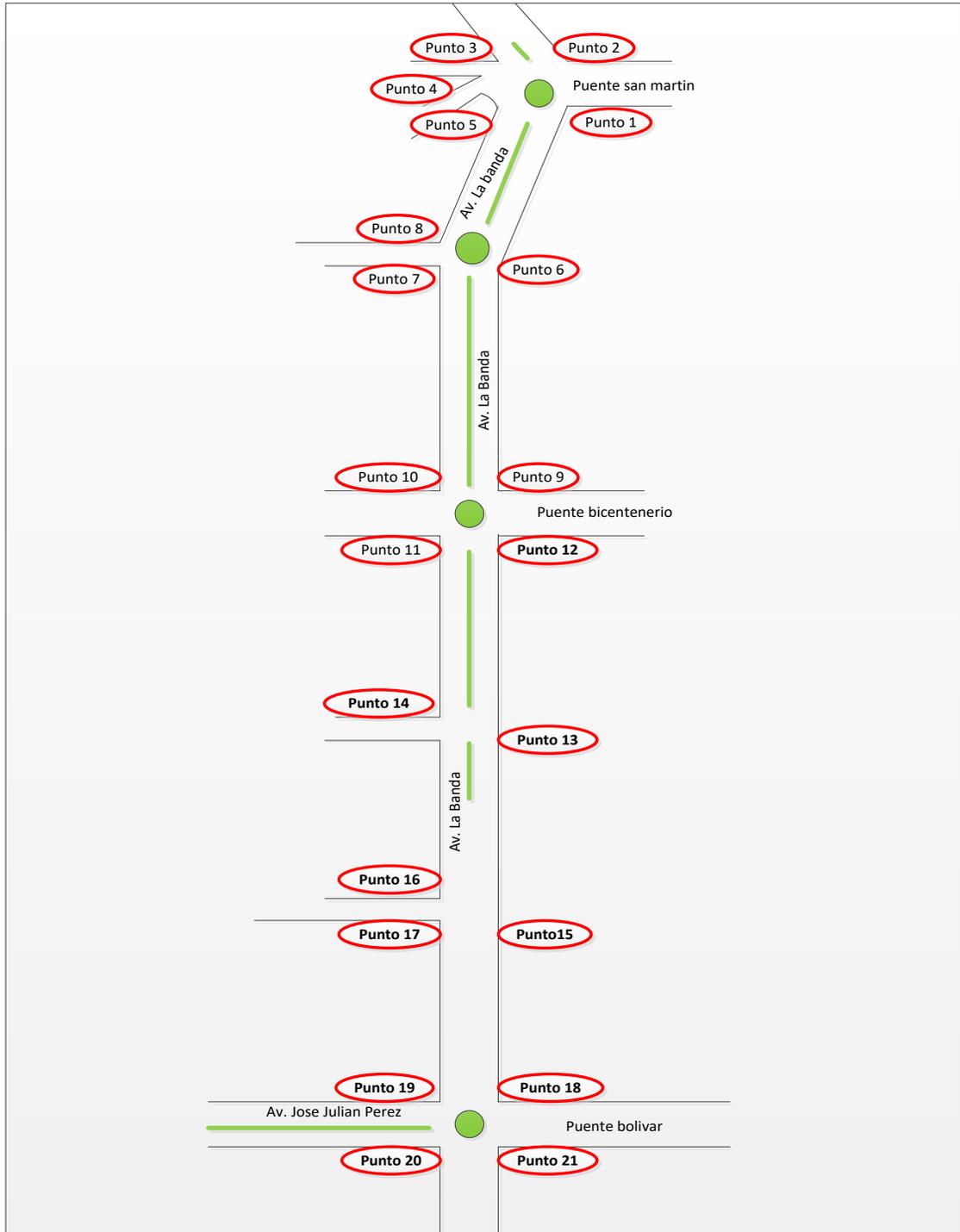


Figura 3.5. Ubicación de los puntos de aforo de volúmenes vehiculares.

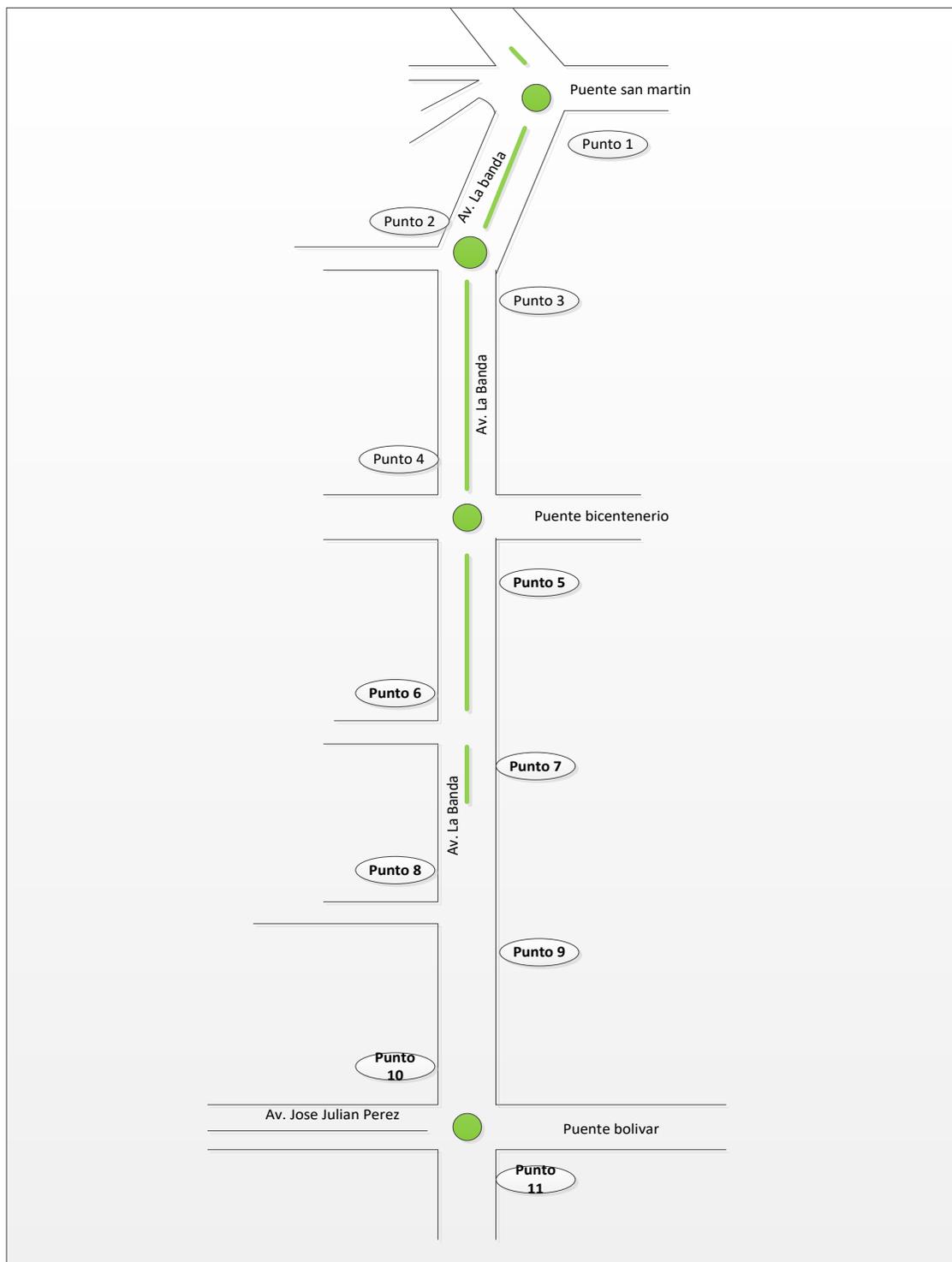


Figura 3.6. Ubicación de los puntos de aforo para las velocidades.

3.2.3. AFORAMIENTOS DE VOLÚMENES.-

Se realizó el aforo de forma manual por lo que necesito de varias personas para ubicarlas en las intersecciones donde se realizó el aforo de cada acceso de la intersección en las horas pico del día determinadas anteriormente. Se hizo durante un mes dos días hábiles de la semana y un día no hábil, durante las cuatro semanas del mes, obteniendo de esta manera los volúmenes vehiculares que se necesitan para realizar los cálculos de la semaforización.

Ya que se procedió de forma manual la recolección de datos, es decir que no se utilizó aparatos mecánicos electrónicos, es más posible cometer errores al momento de registrar el número de vehículos, por lo que se debe proceder de la manera más atenta, para tratar de disminuir estos errores y poder obtener datos los más precisos posibles, se realizaron los aforos de forma manual ya que en nuestro medio no se pueden encontrar estos sensores que registran el paso de los vehículos, que tomando las precauciones necesarias los aforos de forma manual nos arrojarán buenos datos.



Figura 3.7. Intersección 3 (altura del puente Bicentenario).

Para entender de mejor manera se muestra con un ejemplo de datos, mostrando en la siguiente tablas de aforos de la intersección 3 que es a la altura del puente bicentenario, está por cada acceso, las tres horas pico en las que se recolecto los datos, en dos días hábiles de la semana y un día no hábil durante un mes, así se procedió a realizar los aforos de igual manera para las demás intersecciones. En el anexo A están los datos de los aforos de un mes de cada uno de los accesos.

EJEMPLO: Se puede observar cómo se tabulo los datos para la intersección 3 que es en el puente bicentenario en la que están los accesos 9, 10, 11 y 12.



Figura 3.8. Identificación de los accesos en la intersección 3 en la rotonda del puente bicentenario.

		PRIMER SEMANA		
		PRIMER DÍA HÁBIL	SEGUNDO DÍA HÁBIL	DÍA NO HÁBIL
ACCESO 9	7:00-8:00	480	448	204
	12:00-13:00	680	752	544
	18:00-19:00	484	580	496
ACCESO 10	7:00-8:00	688	608	264
	12:00-13:00	224	356	292
	18:00-19:00	512	424	412
ACCESO 11	7:00-8:00	536	440	248
	12:00-13:00	232	308	332
	18:00-19:00	380	448	308
ACCESO 12	7:00-8:00	536	384	144
	12:00-13:00	404	428	216
	18:00-19:00	348	448	168

Tabla.3.4.1. Datos de aforos de volúmenes vehiculares de la intersección 3 (Bicentenario) de la primer semana.

SEGUNDA SEMANA		

		PRIMER DÍA HÁBIL	SEGUNDO DÍA HÁBIL	DÍA NO HÁBIL
ACCESO 9	7:00-8:00	492	440	216
	12:00-13:00	684	676	516
	18:00-19:00	468	584	484
ACCESO 10	7:00-8:00	692	568	276
	12:00-13:00	252	376	312
	18:00-19:00	540	424	432
ACCESO 11	7:00-8:00	544	420	260
	12:00-13:00	228	324	316
	18:00-19:00	384	448	304
ACCESO 12	7:00-8:00	568	388	152
	12:00-13:00	432	464	236
	18:00-19:00	352	400	164

Tabla.3.4.2. Datos de aforos de volúmenes vehiculares de la intersección 3 (Bicentenario) de la segunda semana.

		TERCER SEMANA		
		PRIMER DÍA HÁBIL	SEGUNDO DÍA HÁBIL	DÍA NO HÁBIL
ACCESO 9	7:00-8:00	572	732	496
	12:00-13:00	604	840	584
	18:00-19:00	640	392	560
ACCESO 10	7:00-8:00	528	644	412
	12:00-13:00	420	348	336
	18:00-19:00	500	384	296
ACCESO 11	7:00-8:00	536	488	308
	12:00-13:00	280	256	300
	18:00-19:00	424	388	200
ACCESO 12	7:00-8:00	284	436	168
	12:00-13:00	640	532	236
	18:00-19:00	292	372	196

Tabla.3.4.3. Datos de aforos de volúmenes vehiculares de la intersección 3 (Bicentenario) de la tercera semana.

CUARTA SEMANA

		PRIMER DÍA HÁBIL	SEGUNDO DÍA HÁBIL	DÍA NO HÁBIL
ACCESO 9	7:00-8:00	580	708	488
	12:00-13:00	592	852	580
	18:00-19:00	708	424	528
ACCESO 10	7:00-8:00	528	700	432
	12:00-13:00	428	400	320
	18:00-19:00	540	408	352
ACCESO 11	7:00-8:00	548	476	320
	12:00-13:00	280	288	312
	18:00-19:00	428	400	176
ACCESO 12	7:00-8:00	280	464	196
	12:00-13:00	664	560	252
	18:00-19:00	352	452	212

Tabla.3.4.4. Datos de aforos de volúmenes vehiculares de la intersección 3 (Bicentenario) de la cuarta semana.

3.2.4. AFORAMIENTOS DE VELOCIDADES.-

Para las velocidades se tiene identificados los puntos de aforo, donde se midió y se marcó una distancia de 25 metros, también se procedió a aforar de forma manual, por lo que se necesitó de personas para ubicarlas en los puntos de aforo. El aforo de forma manual se realiza registrando el tiempo que demora en recorrer los vehículos la distancia marcada, anotando el tiempo y la distancia se puede obtener la velocidades de los vehículos primeramente en m/s y convertirlos a km/hr. De igual manera que los volúmenes se aforo durante un mes dos días hábiles de la semana y un día no hábil, en las cuatro semanas del mes. Las velocidades son datos necesarios para calcular los tiempos y ciclos de los semáforos que se pretende implementar. Al ser datos de dispersión los obtenidos, se debe realizar una depuración de los datos más dispersos, por lo que se calculó la media y la desviación estándar para determinar los rangos permitidos que limitan los datos que se deben depurar, así de esta manera se vuelve a

calcular la media para obtener la velocidad con la cual se realizara los cálculos en la semaforización.

Para entender de mejor manera, en la siguiente tabla se mostraran como se tabulo los datos de los aforos de las velocidades, como se ve en la tabla de abajo son los datos del punto 1 de un día hábil de la primera semana de aforos, registrado en las horas pico del día. En el anexo B están los datos de las cuatro semanas, de dos días hábiles y un día no hábil de cada semana, de los puntos ya indicados donde se hizo la recolección de datos.

Ejemplo: Se puede observar los registros de datos de las velocidades de un día hábil de una semana de los puntos ya identificados anteriormente, de la misma manera se procedió durante el tiempo de aforo. Los demás datos están en los anexos.

PRIMERA SEMANA
PUNTO 1 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
36,00	32,14	36,00
30,00	31,03	31,03
42,86	31,03	31,03
37,50	36,00	34,62
33,33	36,00	36,00
36,00	23,08	30,00
36,00	25,71	37,50
45,00	40,91	37,50
27,27	36,00	18,75
40,91	37,50	29,03
39,13	40,91	36,00
33,33	27,27	31,03
42,86	36,00	33,33
	34,62	28,13
	39,13	34,62
	32,14	18,75
	30,00	31,03
		23,08
		34,62

PRIMERA SEMANA
PUNTO 2 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
40,72	45,92	43,27
44,78	60,40	37,66
52,63	43,90	31,58
62,50		57,32
53,25		41,28
42,86		
39,82		
58,82		
51,43		

Tabla3.5.1. Datos de aforos de velocidades en el punto 1 y 2 en las horas pico, de un día hábil de la primera semana.

PRIMERA SEMANA
PUNTO 3 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
36,00	33,33	34,62
27,27	50,00	37,50
42,86	60,00	29,03
39,13	45,00	40,91
47,37	42,86	42,86
39,13	50,00	40,91
45,00	42,86	25,71
40,91	42,86	42,86
45,00	40,91	42,86
52,94	37,50	39,13
37,50	47,37	39,13
40,91	32,14	34,62
52,94	33,33	36,00
50,00	40,91	42,86
47,37	45,00	50,00
52,94	47,37	42,86
	42,86	36,00
	50,00	39,13
	45,00	34,62
	50,00	39,13
	45,00	31,03
	50,00	40,91
		45,00
		50,00

PRIMERA SEMANA
PUNTO 4 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
48,13	62,07	64,29
85,71	49,18	41,28
51,43	50,00	50,28
73,77	60,81	55,56
51,43	56,96	60,00
70,87	47,87	50,56
76,27	66,67	49,18
51,43	51,14	62,50
48,13	39,65	45,92
58,82	62,07	35,16
73,77		54,55
78,95		54,55
55,90		49,18
59,21		50,28
70,87		
55,90		
82,57		
62,07		
51,43		
55,56		
47,12		

Tabla3.5.2. Datos de aforos de velocidades en el punto 3 y 4 en las horas pico, de un día hábil de la primera semana.

PRIMERA SEMANA
PUNTO 5 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
39,13	40,91	37,50
37,50	39,13	37,50
40,91	47,37	36,00
47,37	47,37	50,00
45,00	39,13	36,00
42,86	45,00	37,50
40,91	47,37	47,37
34,62	42,86	36,00
33,33	37,50	36,00
40,91	34,62	37,50
	47,37	42,86
	47,37	39,13
	34,62	52,94
	36,00	52,94
	37,50	36,00
	45,00	50,00
	36,00	40,91
	36,00	39,13
	52,94	42,86
		36,00
		39,13

PRIMERA SEMANA
PUNTO 6 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
39,13	46,15	63,38
79,65	46,88	52,94
67,16	45,92	51,43
59,21	51,43	56,96
62,07	52,94	29,03
54,22	62,50	38,96
64,29	30,41	62,50
66,67	51,43	43,90
41,28	41,86	73,77
58,82	62,50	57,69
57,32	56,96	69,23
52,63	60,40	32,85
43,06	62,50	62,07
52,63	54,22	
48,13	55,56	
	61,64	

Tabla3.5.3. Datos de aforos de velocidades en el punto 5 y 6 en las horas pico, de un día hábil de la primera semana.

PRIMERA SEMANA
PUNTO 7 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
29,03	37,50	29,03
27,27	25,71	23,68
22,50	25,00	25,00
30,00	24,32	25,71
25,71	26,47	23,68
31,03	21,95	28,13
25,71	29,03	22,50
27,27	23,68	24,32
32,14	32,14	21,95
25,71	25,00	22,50
27,27	25,00	21,43
32,14	25,00	20,93
25,71	25,00	20,93
28,13	21,43	26,47
26,47	23,68	23,68
31,03	23,68	20,93
22,50	21,43	20,00
24,32	28,13	23,68
21,43	33,33	25,71
25,00	23,68	26,47
30,00	29,03	25,00
33,33	32,14	28,13
24,32	23,08	25,71
29,03	21,43	32,14
	28,13	26,47
	23,08	25,00
	23,08	27,27
	25,71	31,03
		27,27
		31,03
		27,27
		30,00

PRIMERA SEMANA
PUNTO 8 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
33,33	47,12	38,96
45,00	33,96	32,85
48,65	37,04	41,28
41,86	40,54	35,16
43,06	52,63	48,91
37,04	39,82	42,25
60,40	48,13	51,72
52,94	51,72	35,71
55,56	29,61	37,82
60,81	35,71	40,72
42,86	38,30	50,28
49,18	35,57	42,25
55,56	45,92	55,90
43,90	46,88	42,25
44,78	46,88	43,90
47,62	45,69	36,29
42,06	50,28	45,23
51,72	44,78	43,69
50,56	48,13	33,33
52,94	37,50	44,78
44,78		
37,34		

		22,50
		21,43

Tabla3.5.5.Datos de aforos de velocidades en el punto 7 y 8 en las horas pico, de un día hábil de la primera semana.

PRIMERA SEMANA			PRIMERA SEMANA		
PUNTO 9			PUNTO 10		
DÍA HÁBIL			DÍA HÁBIL		
VELOCIDAD (km/h)			VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
21,43	30,00	39,13	50,28	36,29	41,28
31,03	34,62	32,14	35,86	43,69	36,29
23,68	25,71	25,71	54,55	29,13	37,04
23,68	22,50	42,86	64,29	33,33	37,04
29,03	27,27	30,00	55,56	38,30	30,00
32,14	31,03	37,50	39,65	58,82	36,89
29,03	29,03	33,33	46,88	60,40	35,43
27,27	23,68	32,14	57,32	41,28	37,66
25,00	29,03	42,86	47,87	37,50	44,78
25,71	28,13	28,13	50,00	62,50	43,90
31,03	25,71	25,71	44,55	31,36	28,39
23,68	22,50	32,14	52,94	38,63	36,89
29,03	21,95	24,32	50,28	52,63	40,54
23,68	27,27	31,03	48,65	45,69	33,83
25,71	25,71	33,33	42,06	40,54	38,79
32,14	27,27	29,03	51,43	50,00	38,46
31,03	33,33		45,00	43,69	45,00
	26,47		47,62		39,82
	20,93		50,28		
			50,56		
			55,21		
			56,96		
			42,06		
			38,14		
			45,00		
			52,63		
			49,45		
			42,86		
			38,96		

Tabla3.5.5.Datos de aforos de velocidades en el punto 9 y 10 en las horas pico, de un día hábil de la primera semana.

PRIMERA SEMANA
PUNTO 11 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
43,06	42,86	48,13
48,65	46,63	50,00
33,71	36,89	42,25
52,94	44,78	42,06
46,88	49,45	43,69
58,82	44,78	36,29
46,15		46,63
		33,33
		27,19
		43,69
		31,36
		27,52

Tabla3.5.6. Datos de aforos de velocidades en el punto 11 en las horas pico, de un día hábil de la primera semana.

3.3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS AFORADOS.-

Se realizo un procesamiento para los datos aforados de los volúmenes y las velocidades en cada una de las intersecciones, calculando la media y la desviación estándar para determinar los rangos permitidos y de esta manera depurar los datos que se alejan y después se vuelve a calcular la media con la que se trabajara en la semaforización.

3.3.1. PROCESAMIENTO DE DATOS (VELOCIDADES).-

Después de haber obtenido los datos de campo, en otras palabras los aforos de las velocidades, se debe realizar una depuración para eliminar aquellos datos que se alejan de los rangos que se establecen con el cálculo de la desviación estándar y la media obteniendo un rango superior y un rango inferior, volviendo a calcular la media que ya será un valor aceptable para los cálculos de los tiempos de los semáforos.

Cuando se trata de del registro de velocidades de punto, y de donde solamente puede ser medido un porcentaje de los vehículos en una determinada sección, se deben recolectar datos con base en una muestra que permita caracterizar la población, la cuál en este caso consiste en el volumen total de tránsito que pasa por dicha sección durante el periodo de estudio.

Se emplea la estadística para analizar los datos de la velocidad de punto, debido a la incertidumbre que existe en la caracterización de la población a partir de variables basadas en la muestra, y debido a que no todos los vehículos en la corriente de tránsito viajan a la misma velocidad, sino por el contrario siguen una distribución de velocidades dentro de un amplio intervalo de comparación.

LA MEDIA.- O llamada también la media aritmética es una medida de tendencia central más conocida, fácil de calcular, ya sea de datos no tabulados como de tabulados. Es un promedio de una muestra, de tamaño n de una variable o característica x , y se define como la suma de todos los valores observados de la muestra, dividida por el número total de observaciones n . es decir:

$$M(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

DESVIACIÓN ESTÁNDAR.- O llamada también desviación típica, es una medida de dispersión en la misma dimensión en que están los datos.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X)^2}{n}}$$

Debido a que no todos los vehículos viajan a misma velocidad. Existe una dispersión de sus velocidades alrededor de la media. Una medida estadística de esta dispersión es la desviación estándar.

En la siguiente tabla se observa como se realizó el procesamiento de datos del punto 1 del día hábil de la primera semana, de la misma manera se procedió con los datos obtenidos del mes de aforo, de los puntos ya indicados anteriormente, éste es un ejemplo de como se procedió. Ahora para realizar la depuración se establecieron los rangos mediante la desviación estándar y la media no se realizó para más confiabilidad debido a que los datos no son de un registro prolongado o de más tiempo, sino como ya se estableció es de un mes.

PRIMERA SEMANA
PUNTO 1 DÍA HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
36,00	32,14	36,00
30,00	31,03	31,03
42,86	31,03	31,03
37,50	36,00	34,62
33,33	36,00	36,00
36,00	23,08	30,00
36,00	25,71	37,50
45,00	40,91	37,50
27,27	36,00	18,75
40,91	37,50	29,03
39,13	40,91	36,00
33,33	27,27	31,03
42,86	36,00	33,33
	34,62	28,13
	39,13	34,62

	32,14	18,75
	30,00	31,03
		23,08
		34,62

Se calcula la media de cada grupo de datos obtenidos en las diferentes horas

media	36,94	33,50	31,16
-------	-------	-------	-------

Se procede a calcular la desviación estándar de cada grupo de datos para establecer los rangos para depurar (los datos marcados de color rojo son depurados)

desviación estándar	5,21	5,12	5,68
rangos	42,15	38,62	36,84
	31,72	28,38	25,49

Después de depurar los datos se vuelve obtener la media y con este valor recién es aceptable.

VELOCIDADES CORREGIDAS		
VELOCIDAD DE PUNTO(km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
36,00	32,14	36,00
37,50	31,03	31,03
33,33	31,03	31,03
36,00	36,00	34,62
36,00	36,00	36,00
40,91	36,00	30,00
39,13	37,50	29,03
33,33	36,00	36,00
	34,62	31,03
	32,14	33,33
	30,00	28,13
		34,62
		31,03
		34,62

MEDIA:

36,53	33,86	32,61
-------	-------	-------

PRIMERA SEMANA
 PUNTO 1 DÍA
 HÁBIL

VELOCIDAD (km/h)			VELOCIDADES CORREGIDAS		
			VELOCIDAD DE PUNTO(km/h)		
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
36,00	32,14	36,00	36,00	32,14	36,00
30,00	31,03	31,03	37,50	31,03	31,03
42,86	31,03	31,03	33,33	31,03	31,03
37,50	36,00	34,62	36,00	36,00	34,62
33,33	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
36,00	23,08	30,00	40,91	36,00	30,00
36,00	25,71	37,50	39,13	37,50	29,03
45,00	40,91	37,50	33,33	36,00	36,00
27,27	36,00	18,75		34,62	31,03
40,91	37,50	29,03		32,14	33,33
39,13	40,91	36,00		30,00	28,13
33,33	27,27	31,03			34,62
42,86	36,00	33,33			31,03
	34,62	28,13			34,62
	39,13	34,62			
	32,14	18,75			
	30,00	31,03			
		23,08			
		34,62			

media	36,94	33,50	31,16	36,53	33,86	32,61
desviación estándar	5,21	5,12	5,68			
rangos	42,15	38,62	36,84			
	31,72	28,38	25,49			

Tabla.3.6. depuracion de datos y calculo de la velocidad de punto corregida(ejemplo de como se procedio para el punto 1 de un dia habil de la primer semana).

Despues de proceder de la misma manera para los demas datos se puede calcular la velocidad para cada punto para los dias aforados de cada semana y despues obtener los valores del mes, obteniendo asi los valores los cuales se emplearan para la semaforización.

PRIMER SEMANA				
		7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
PRIMER DIA HABIL	PUNTO 1	36,53	33,86	32,61
	PUNTO 2	48,38	44,91	40,74
	PUNTO 3	43,20	45,76	39,27
	PUNTO 4	60,17	55,01	51,12
	PUNTO 5	40,37	42,00	38,13
	PUNTO 6	57,18	52,03	56,36
	PUNTO 7	26,44	25,66	25,37
	PUNTO 8	47,34	43,59	41,62
	PUNTO 9	27,87	27,11	31,88
	PUNTO 10	48,25	42,57	37,14
	PUNTO 11	47,54	44,76	41,13
SEGUNDO DIA HABIL	PUNTO 1	30,04	36,22	35,82
	PUNTO 2	47,93	34,75	44,17
	PUNTO 3	42,69	41,31	39,80
	PUNTO 4	55,11	54,55	53,92
	PUNTO 5	43,69	37,68	34,69
	PUNTO 6	52,35	53,88	55,16
	PUNTO 7	26,74	24,25	26,12
	PUNTO 8	41,99	41,41	40,31
	PUNTO 9	28,49	23,41	25,41
	PUNTO 10	43,51	41,77	39,94
	PUNTO 11	42,68	41,21	48,56
DIA NOHABIL	PUNTO 1	33,36	34,63	35,06
	PUNTO 2	38,50	33,90	37,82
	PUNTO 3	35,54	42,37	40,59
	PUNTO 4	64,02	54,54	64,28
	PUNTO 5	39,35	41,79	39,35
	PUNTO 6	58,16	60,48	63,02
	PUNTO 7	26,04	25,08	25,36
	PUNTO 8	52,93	47,68	57,95

	PUNTO 9	26,37	24,15	27,37
	PUNTO 10	56,65	40,99	55,79
	PUNTO 11	48,65	55,45	61,02

Tabla 3.7. Velocidades corregidas de la primer semana de aforos.

Se procede de esa manera con los datos de las demas semanas para poder obtener la media de estas semanas y estos valores encontrados de la tabla de abajo son con los cuales se podran emplear para cacular la semaforización.

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	MEDIA
PUNTO 1	34,24	33,44	34,74	34,39	34,20
PUNTO 2	41,23	42,57	40,94	41,00	41,44
PUNTO 3	41,17	40,22	42,01	42,35	41,44
PUNTO 4	56,97	56,91	59,16	57,70	57,68
PUNTO 5	39,67	38,27	40,58	39,27	39,45
PUNTO 6	56,51	57,26	57,62	58,91	57,58
PUNTO 7	25,67	26,38	26,51	26,02	26,15
PUNTO 8	46,09	44,69	45,26	45,54	45,40
PUNTO 9	26,90	26,40	25,64	26,29	26,30
PUNTO 10	45,18	46,86	45,32	44,40	45,44
PUNTO 11	47,89	44,29	48,01	48,20	47,10

Tabla 3.8. Resultados de las velocidades de punto.

3.3.2. PROCESAMIENTO DE DATOS (VOLUMENES).-

De igual manera que las velocidades se realizó un procesamiento de datos de los volúmenes, depurando aquellos que se alejan de los rangos establecidos de la media más menos la desviación estándar, obteniendo recién valores aceptables para poder realizar los cálculos de los tiempos de los semáforos.

En este ejemplo se muestra como se procedió a realizar el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en el acceso 9 de la intersección 3 que está a la altura del puente bicentenario. De la misma manera se procedió para todos los accesos en cada una de las intersecciones.

INTERSECCIÓN 3 (BICENTENARIO)

		ACCESO 9		
		7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
PRIMER SEMANA	PRIMER DÍA HÁBIL	480	680	484
	SEGUNDO DÍA HÁBIL	448	752	580
	DÍA NO HÁBIL	204	544	496
SEGUNDA SEMANA	PRIMER DÍA HÁBIL	492	684	468
	SEGUNDO DÍA HÁBIL	440	676	584
	DÍA NO HÁBIL	216	516	484
TERCER SEMANA	PRIMER DÍA HÁBIL	572	604	640
	SEGUNDO DÍA HÁBIL	732	840	392
	DÍA NO HÁBIL	496	584	560
CUARTA SEMANA	PRIMER DÍA HÁBIL	580	592	708
	SEGUNDO DÍA HÁBIL	708	852	424
	DÍA NO HÁBIL	488	580	528

Se calcula la media de cada grupo de datos de volúmenes vehiculares como se muestra en la tabla ordenados de la misma hora, tolos los días de las 4 semanas

MEDIA	488	659	529
-------	-----	-----	-----

Se procede a calcular la desviación estándar para establecer los rangos y depurar los datos que se alejan del rango (están marcados de color rojo)

desviación	160	110	90
------------	-----	-----	----

RANGOS	648	769	619
	328	549	439

Depurando estos datos se vuelve a calcular nuevamente la media de cada grupo de datos que están agrupados de la misma hora y luego se saca la media entre

éstos, para obtener el valor del Volumen de ese acceso.

media	500	644	523
media		556	

En esta tabla están los datos de los volúmenes de los cuatro accesos en la intersección 3 (puente bicentenario). De igual forma se procedió en los accesos de las demás intersecciones que están en los anexos.

		ACCESO1			ACCESO2			ACCESO3			ACCESO4		
		7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
PRIMER SEMANA	PRIMER DIA HABIL	480	680	484	688	224	512	536	232	380	536	404	348
	SEGUNDO DIA HABIL	448	752	580	608	356	424	440	308	448	384	428	448
	DIA NO HABIL	204	544	496	264	292	412	248	332	308	144	216	168
SEGUNDA SEMANA	PRIMER DIA HABIL	492	684	468	692	252	540	544	228	384	568	432	352
	SEGUNDO DIA HABIL	440	676	584	568	376	424	420	324	448	388	464	400
	DIA NO HABIL	216	516	484	276	312	432	260	316	304	152	236	164
TERCER SEMANA	PRIMER DIA HABIL	572	604	640	528	420	500	536	280	424	284	640	292
	SEGUNDO DIA HABIL	732	840	392	644	348	384	488	256	388	436	532	372
	DIA NO HABIL	496	584	560	412	336	296	308	300	200	168	236	196
CUARTA SEMANA	PRIMER DIA HABIL	580	592	708	528	428	540	548	280	428	280	664	352
	SEGUNDO DIA HABIL	708	852	424	700	400	408	476	288	400	464	560	452
	DIA NO HABIL	488	580	528	432	320	352	320	312	176	196	252	212

MEDIA	488	659	529	528	339	435	427	288	357	333	422	313
DESVIACION	160	110	90	154	63	75	114	34	92	151	160	105
RANGOS	648	769	619	682	402	511	541	322	449	484	582	418
	328	549	439	375	275	360	313	254	265	183	262	208
MEDIA	500	644	523	531	343	426	459	293	391	347	470	333
		556			433			381			383	

Tabla3.9. Depuración de datos y obtención de los volúmenes de los accesos de la intersección 3 (puente Bicentenario).

3.4. RESULTADOS DE VOLUMENES VEHICULARES.-

En la siguiente tabla se ven los resultados de los volúmenes vehiculares de los aforos realizados, se los detalles están en los anexos.

ACCESOS	VOLUMEN (veh./ hr.)
acceso 1	267
acceso 2	859
acceso 3	38
acceso 4	14
acceso 5	670
acceso 6	309
acceso 7	520
acceso 8	168
acceso 9	556
acceso 10	433
acceso 11	381
acceso 12	383
acceso 13	597

acceso 14	440
acceso 15	795
acceso 16	335
acceso 17	328
acceso 18	962
acceso 19	639
acceso 20	313
acceso 21	359

Tabla 3.10. Resultados de volúmenes de cada acceso de las intersecciones.

3.4. RESULTADOS DE VELOCIDADES.-

En la tabla se ven los resultados de las velocidades obtenidas de los puntos de aforo, de manera detallada está en los anexos.

PUNTO	VELOCIDAD (km/ hr)
PUNTO 1	34,20
PUNTO 2	41,44
PUNTO 3	41,44
PUNTO 4	57,68
PUNTO 5	39,45
PUNTO 6	57,58
PUNTO 7	26,15
PUNTO 8	45.40
PUNTO 9	26.30
PUNTO 10	45,44
PUNTO 11	47,10

Tabla3.11. Resultados de velocidades de punto.

Tabla 3.12 registros de accidentes de tránsito en el área de estudio de la gestión 2015.

HECHOS DE TRANSITO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL
Atropellos	1		1				2
Colisiones	3	4	1	4	4	5	21
Choque a objeto fijo	3	3	1	2	1		10
Choque a vehículos detenidos	2	2	1				5
Vuelcos	1		2				3
Embarrancamientos							0
Encunet./deslizamiento	1						1
Caída de pasaj.del vehículo				1		1	2
Incendio de vehículos							0
Conduccion peligrosa		1					1
choque a vehículo estacionado		2	1			1	4
Triple colision de vehiculos			1				1
Colision de motocicleta							0
Caída de motociclistas						1	1
TOTAL	11	12	8	7	5	8	51

Tabla3.13. Accidentes de tránsito 1º semestre del año 2016.

3.7. INVENTARIO DE LA ZONA.-

En la zona de estudio se realizó un inventario donde se registró diferentes lugares, los cuales requieren implementar las señales correspondientes. Debido al crecimiento acelerado de la población se pudo observar que en la zona de estudio en algunos puntos hay gran afluencia de personas como ser en el mercado San Martín, en la universidad Domingo Sabio se vio gran movimiento de personas como también de vehículos, también por la escuela de automotriz Simón Bolívar y en las oficinas de cemento el Puente (SOBOCE). En la siguiente tabla se muestra los diferentes puntos observados.

Inventario	
Señales verticales	
Señales preventivas	
Intersección rotatoria	P-12
Señales restrictivas	

Velocidad máxima permitida	R-19
Prohibido estacionar y parar	R-6C
Prohibido estacionar	R-6A
Señales informativas de servicio	
Servicio de gasolina y gnv	S-4
Servicio de gasolina y gnv	S-4

Tabla 3.14.1 Inventario de señales verticales del área de estudio.

Señales horizontales	
Líneas centrales continuas doble entre intersección 4 y 6 (color amarillo)	
Líneas centrales discontinuas entre intersección 1, 2, 3 y 4 (color blanco)	
Intersección 1	
Líneas de parada	1
Líneas de paso de cebras	2
Flechas direccionales	4

Intersección 2	
Líneas de parada	4
Líneas de paso de cebras	6
Flechas direccionales	11
Intersección 3	
Líneas de parada	3
Líneas de paso de cebras	5
Flechas direccionales	8
Intersección 4	
Líneas de parada	2
Líneas de paso de cebras	3
Flechas direccionales	8
Intersección 5	
Línea de parada	1
Líneas de paso de cebras	1

Tabla 3.14. Inventario de señales horizontales del área de estudio.

3.8. IDENTIFICACIÓN DE LUGARES EN LA ZONA DE ESTUDIO.-

En oficinas como ser de socobe, que tienen su parqueo en su edificio, no es suficiente para los vehículos que llegan a estas instalaciones, estacionándose en la avenida, aumentando el riesgo de accidentes ya que obstruyen la circulación vehicular, aparte que hay una señal de no estacionarse estos conductores imprudentes estacionados sus

vehículos, también en la universidad domingo sabio. En el mercado san Martin si cuenta con área de estacionamiento ya que es un lugar muy concurrido por la población.

LUGAR	IMAGEN
Mercado San Martín	 A photograph of the Mercado San Martín building, a modern structure with a dark facade and a sign that reads "MERCADO SAN MARTÍN". The building is surrounded by a paved area and some greenery. A utility pole is visible on the left side of the image.
Universidad Domingo Sabio	 A photograph of the Universidad Domingo Sabio building, a large, modern structure with a white facade and a blue sky in the background. The building is surrounded by a paved area and some greenery.
Surtidor de combustible (La Floresta)	 A photograph of a gas station (Surtidor de combustible) located in La Floresta. The image shows a paved area with a silver car parked on the right side. In the background, there are trees and a building.

<p>Escuela automotriz Simón Bolívar</p>	
<p>Hotel viña del sur</p>	
<p>Oficinas de cemento el puente (SOBOCE)</p>	

<p>En la rotonda a la altura de puente bolívar se puede observar que no cuenta con las señales horizontales correspondientes.</p>	
<p>A la altura del hotel viña del sur se observa una señal de no estaciona, claro está en la imagen que los conductores hacen caso omiso.</p>	
<p>A lo largo de toda la venida se encuentran estos aparatos para realizar ejercicios por lo que se observa personas realizando ejercicios.</p>	

Tabla 3.15. Identificación de lugares en la zona de estudio.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO, CÁLCULOS, ANÁLISIS Y RESULTADOS.-

4.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS.-

Hay que analizar los datos obtenidos en campo antes de realizar el cálculo de los ciclos y fases de los semáforos , tanto como las velocidades y los volúmenes, realizar un tratamiento estadístico con el fin de obtener valores lo más preciso posible, para que de esta manera no se vean alterados los cálculos de la semaforización.

4.2. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR PARA LOS SEMÁFOROS.-

En la siguiente tabla se puede observar si cumple o no cumple con las condiciones que se deben evaluar para justificar la instalación de los semáforos, si se cumplen 3 de las 6 condiciones es justificable el colocado de semáforos.

CONDICIONES PARA INSTALAR SEMÁFOROS								
Nº DE INTERSECCIÓN	CONDICIÓN 1	CONDICIÓN 2	CONDICIÓN 3	CONDICIÓN 4	CONDICIÓN 5	CONDICIÓN 6	Nº DE CONDICIONES CUMPLIDAS	CUMPLE O NO CUMPLE
INTERSECCIÓN 1	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	4	CUMPLE
INTERSECCIÓN 2	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	3	CUMPLE
INTERSECCIÓN 3	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	5	CUMPLE
INTERSECCION 4	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	5	CUMPLE
INTERSECCIÓN 5	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	4	CUMPLE
INTERSECCIÓN 6	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	4	CUMPLE

Tabla 4.1. Condiciones para instalación de semáforos.

4.3. CÁLCULO DE LOS TIEMPOS Y CICLOS.-

Para los cálculos de los tiempos de fases y ciclos se optó por el método en el cual se opera directamente con los volúmenes totales, este método está sugerido también en el manual de señalización de dispositivos de tránsito, por lo que es aceptable tomarlo en cuenta para realizar los cálculos de los tiempos de fases y ciclos.

EJEMPLO: éste es el procedimiento de cálculo para los tiempos de los ciclos y las fases de los semáforos. Los demás están adjuntos en anexos.

INTERSECCIÓN 3: Av. La Banda- Puente Bicentenario

Datos:

Distancia 2 (D): 659.02 m

Distancia 3 (D): 375.16 m

Velocidad de punto 4 (V): 57.68 km/hr

Velocidad de punto 5 (V): 39.45 km/hr

Volumen 9: 556 veh/ hr

Volumen 10: 433 veh/ hr

Volumen 11: 381 veh/hr

Volumen 12: 383 veh/ hr



Tap: 4 seg

Tas: 3 seg

Tiempo de ciclo: $C = 7.2 * \frac{D}{V}$ C= 82 seg

$T_c = T_{vp} + T_{vs} + T_{ap} + T_{as}$ ec. (1)

$\frac{T_{vp}}{T_{vs}} = \frac{V_p * T_{ap}}{V_s * T_{as}}$ ec. (2)

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

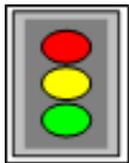
De ec. (1) $82 \text{ seg} = T_{vp} + T_{vs} + 7 \text{ seg} \longrightarrow T_{vp} = 75 \text{ seg} - T_{vs}$ ec. (3)

De ec. (2) $\frac{T_{vp}}{T_{vs}} = 1.515$ ec. (4)

De ecuación (3) y (4) $T_{vp} = 46 \text{ seg}$

$T_{vs} = 31 \text{ seg}$

Calle principal:

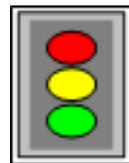


29 seg

4 seg

46 seg

calle secundaria:



3

seg

44 seg

31 seg

Tap: 4 seg

Tas: 3 seg

Tiempo de ciclo:

$$C = 7.2 * \frac{D}{V}$$

C= 68 seg

$$T_c = T_{vp} + T_{vs} + T_{ap} + T_{as}$$

ec. (1)

$$\frac{T_{vp}}{T_{vs}} = \frac{V_p * T_{ap}}{V_s * T_{as}}$$

ec. (2)

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

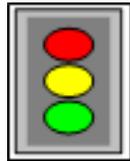
De ec. (1) $68 \text{ seg} = T_{vp} + T_{vs} + 7 \text{ seg} \longrightarrow T_{vp} = 61 \text{ seg} - T_{vs}$ ec. (3)

De ec. (2) $\frac{T_{vp}}{T_{vs}} = 0.918$ ec. (4)

De ecuación (3) y (4) $T_{vp} = 30 \text{ seg}$

$T_{vs} = 33 \text{ seg}$

Calle principal:

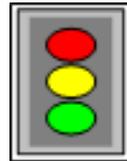


31 seg

4 seg

30 seg

calle secundaria:



28 seg

3 seg

33 seg

4.4. RESULTADOS DE TIEMPOS DE FASES Y CICLOS.-

En la tabla se puede apreciar las fases y ciclos calculados para cada una de las intersecciones que han sido estudiadas, el detalle está en los anexos de cada uno de los cálculos que se realizaron. Ahora se debe sacar un promedio para adoptar un ciclo para todo el conjunto el cual se obtuvo un ciclo de 60 segundos.

N° DE INTERSECCIÓN	CALLE PRINCIPAL			CALLE SECUNDARIA			CICLO (seg)
	ROJO (seg)	AMARILLO (seg)	VERDE (seg)	ROJO (seg)	AMARILLO (seg)	VERDE (seg)	
1	31	4	18	15	6	34	56
	34	4	15	12	3	37	56
2	60	4	48	47	3	61	115
	27	4	12	11	3	28	46
3	29	4	46	44	3	31	82
	31	4	30	28	3	33	68
4	20	4	20	19	3	21	47
5	11	4	17	15	3	13	35
6	9	4	28	26	3	11	44
	24	4	12	11	3	25	43
							59

aproximadamente 60

Tabla4.2. Resultados de fases y ciclos de los semáforos.

4.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.-

Después de haber realizado el cálculo de los tiempos de las fases y los ciclos de cada intersección, se debe adoptar un solo ciclo para todas las intersecciones, para que funcione como un solo ciclo en toda la avenida, pero variando las fases en cada intersección dependiendo de la demanda de los volúmenes. Se calcula la media de los ciclos, y se redondea obteniendo así un ciclo de 60 segundos para todo el sistema.

Utilizando de ejemplo la intersección 3 que es de la rotonda del puente bicentenario, se tiene que volver a determinar los tiempos de las fases para un mismo ciclo, para que funcione como un solo sistema.

INTERSECCIÓN 3: Av. La Banda- Puente Bicentenario

Datos:

Distancia 2 (D): 659.02 m

Distancia 3 (D): 375.16 m

Velocidad de punto 4 (V): 57.68 km/hr

Velocidad de punto 5 (V): 39.45 km/hr

Volumen 9: 556 veh/ hr

Volumen 10: 433 veh/ hr

Volumen 11: 381 veh/hr

Volumen 12: 383 veh/ hr



Tap: 4 seg

Tas: 3 seg

Tiempo de ciclo: $C = 7.2 * \frac{D}{V}$ C= 60 seg

$$T_c = T_{vp} + T_{vs} + T_{ap} + T_{as} \quad \text{ec. (1)}$$

$$\frac{T_{vp}}{T_{vs}} = \frac{V_p * T_{ap}}{V_s * T_{as}} \quad \text{ec. (2)}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

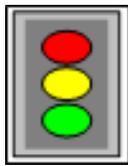
De ec. (1) $60 \text{ seg} = T_{vp} + T_{vs} + 7 \text{ seg} \longrightarrow T_{vp} = 53 \text{ seg} - T_{vs}$ ec. (3)

De ec. (2) $\frac{T_{vp}}{t_{vs}} = 1.515$ ec. (4)

De ecuación (3) y (4) $T_{vp} = 32 \text{ seg}$

$T_{vs} = 22 \text{ seg}$

Calle principal:

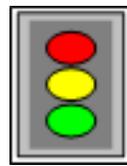


21 seg

4 seg

32 seg

calle secundaria:



31 seg

3 seg

22 seg

Tap: 4 seg

Tas: 3 seg

Tiempo de ciclo: $C = 7.2 * \frac{D}{V}$ $C = 60 \text{ seg}$

$T_c = T_{vp} + T_{vs} + T_{ap} + T_{as}$ ec. (1)

$\frac{T_{vp}}{T_{vs}} = \frac{V_p * T_{ap}}{V_s * T_{as}}$ ec. (2)

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

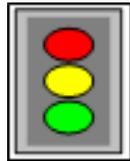
De ec. (1) $60 \text{ seg} = T_{vp} + T_{vs} + 7 \text{ seg} \longrightarrow T_{vp} = 53 \text{ seg} - T_{vs}$ ec. (3)

De ec. (2) $\frac{T_{vp}}{t_{vs}} = 0.918$ ec. (4)

De ecuación (3) y (4) $T_{vp} = 26 \text{ seg}$

$T_{vs} = 29 \text{ seg}$

Calle principal:

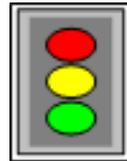


37 seg

4 seg

26 seg

calle secundaria:



24 seg

3 seg

29 seg

En la siguiente tabla están los resultados de los nuevos tiempos de las fases de las intersecciones para un mismo ciclo el cual se adoptó de 60 segundos que sería un tiempo representativo del grupo de ciclos calculados anteriormente.

N° DE INTERSECCIÓN	CALLE PRINCIPAL			CALLE SECUNDARIA			CICLO
	ROJO	AMARILLO	VERDE	ROJO	AMARILLO	VERDE	
	(seg)	(seg)	(seg)	(seg)	(seg)	(seg)	(seg)
1	34	4	19	17	3	36	60
	37	4	16	14	3	39	60
2	29	4	24	22	3	31	60
	37	4	16	15	3	38	60
3	21	4	32	31	3	22	60
	27	4	26	24	3	29	60
4	26	4	27	25	3	28	60
5	22	4	31	30	3	23	60
6	14	4	39	38	3	15	60
	35	4	18	16	3	37	60

Tabla 4.3 resultados de fases para un ciclo adoptado de 60 segundos.

Entonces se debe determinar el tiempo de ciclo y fases para todo el sistema, por lo que se escoge entre el tiempo más largo de fase verde la principal y roja secundaria como se ve en la tabla anterior, estos son los tiempos de las fases y el ciclo para todo el sistema, obteniendo como el ciclo y las fases los siguientes tiempos:

Ciclo 60 segundos

Rojo 14 segundos

Amarillo p 4 segundos

Amarillo s 3 segundos

Verde 39 segundos

En un caso particular en la intersección 5 (puente peregrino) es una circulación de dos sentidos opuestos pero de la acceso 13 los vehículos realizan giro a la izquierda, por lo se debe aumentar en el semáforo el foco con el giro a la izquierda.

intersección 4:	Volúmenes veh/hr	verde seg
volumen acceso 13	597	39
Giro izquierda	360	24
De frente	237	15

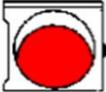
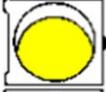


Rojo 14 segundos

Amarillo p 4 segundos

Verde de frente 15 segundos

Verde giro izquierda 24 segundos

COLOR		INDICACIÓN
ROJO		PARE
AMARILLO		TRANSICIÓN
VERDE		SIGA DE FRENTE
VERDE		SIGA A LA IZQUIERDA

4.6 ÍTEMS PARA LA SEMAFORIZACIÓN, SEÑALIZACIÓN VERTICAL, HORIZONTAL Y ACCESORIOS.-

Ítem	Descripción	Unidad
1	Instalación de faenas	global
2	Provisión y colocado de poste brazo simple largo 5m. Altura 6m. base del poste 6" X 6m	Pza.
3	Provisión y colocado de poste tipo columna 4" X 6 m.	Pza.
4	Provisión y colocado de semáforos tipo led 300 mm. (rojo, amarillo y verde)	Pza.
5	Provisión y colocado de contador electrónico LED de cuenta regresiva 870 mm. X 720 mm. X 100 mm.	Pza.
6	Provisión de tarjeta electrónica de control CSI-v4	Pza.
7	Configuración y programación	puntos
8	Pintado de líneas de cebrá y líneas de parada	M ²
9	Señales preventivas cuadrangular (0,60 X 0.60 m)	Ud.
10	Señales restrictivas rectangular (0.60 m. X 0.90 m.)	Ud.

Tabla4.6. Ítems para la semaforización y señalización.

4.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.-

ITEM 1

INSTALACIÓN DE FAENAS

1.- DEFINICIÓN

Este ítem comprende la construcción de instalaciones mínimas provisionales que sean necesarias para el buen desarrollo de las actividades de la construcción.

Estas instalaciones estarán constituidas por una oficina de obra, depósitos y otros servicios que el Contratista vea por conveniente.

2.- EMPLAZAMIENTO

Posterior a los permisos respectivos municipales, se puede comenzar los trabajos de terreno. La instalación de faena, consiste en una construcción provisoria para resguardar todo tipo de materiales que se usen en la construcción, además de proporcionar comodidad y seguridad tanto al personal superior, como al personal obrero.

3.- EJECUCIÓN

MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

- Estacas de madera o metálicas
- Tablas de madera 1" x 4"
- Clavos corrientes de 3"
- Manguera para nivelar, plomada, nivel,
- Alambre de amarre # 18, huincha de medir, martillo, combo de 5Lbs

4.- EXCAVACIONES

Terreno donde se colocaran las fundaciones.

- Replanteo de cimiento para excavación, trazado de ejes de fundación
- Excavación de cimiento, se ejecuta manualmente o con maquinaria

5.- FORMA DE PAGO

Este ítem ejecutado de acuerdo a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado al precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio será la compensación total por todos los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

ÍTEM 2

PROVISIÓN Y COLOCADO DE POSTE BRAZO SIMPLE LARGO 5M. ALTURA 6M. BASE DEL POSTE 6"X 6M UNIDAD PZA.

1.- DESCRIPCIÓN

Los postes telescópicos de brazo simple con base de 6" para los semáforos deben ser metálicos en una cantidad de 10 piezas e instalados en 6 puntos estratégicos a lo largo de la avenida la banda.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y equipo necesario para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica.

Los postes deben ser metálicos, tipo telescópico con una altura libre de 7 metros de alto, considerando el brazo 5 metros.

Cada poste de semáforo debe estar hincado a una profundidad 0.80 m, necesarios para el soporte respectivo de las cargas de hasta 50 Kg y soporte a vientos de hasta 100 km/hora.

Al considerarse ítems finalizados, estos deben ser reforzados y tener las respectivas entradas de cableado eléctrico y acometidas con sus medidores de energía calibrado.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

El replanteo y trazado de las construcciones serán realizados por el Contratista con estricta sujeción a las dimensiones e indicaciones de las propuestas técnicas que se adopten en función a las premisas planteadas en primera instancia.

El hincado de los postes de semáforos deberá tener un diseño esquemático en la propuesta indicando los materiales a ser utilizados como consideraciones en su implementación.

4.- FORMA DE PAGO

Este ítem ejecutado es por pieza de acuerdo a las exigencias, al ser aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado a los precios establecidos de la propuesta aceptada por unidad de medida pza.

El costo en su integridad contempla únicamente los postes de semáforos hincados e instalados respectivamente.

ÍTEM 3

PROVISIÓN Y COLOCADO DE POSTE TIPO COLUMNA 4" X 6 M. UNIDAD PZA.

1.- DESCRIPCIÓN

Los postes serán ser contruidos de cañería de hierro negro de 7 [mm] de espesor. La altura del poste, desde la superficie del terreno a la base del semáforo será de 5 metros y se empotrará bajo tierra 70 centímetros de largo. El pintado de los postes deberá ser de la siguiente manera: 1 mano de Wash Primer y cuatro manos de pintura antioxidante de color amarillo vial.

Los postes tipos columnas de 4" para los semáforos deben ser metálicos en una cantidad de 8 piezas e instalados en 6 puntos estratégicos a lo largo de la avenida la banda.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y equipo necesario para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica. Los postes deben ser metálicos, tipo telescópico con una altura libre de 5 metros de alto.

Cada poste de semáforo debe estar hincado a una profundidad 0.70 m, necesarios para el soporte respectivo de las cargas de hasta 50 Kg y soporte a vientos de hasta 100 km/hora.

Al considerarse ítems finalizados, estos deben ser reforzados y tener las respectivas entradas de cableado eléctrico y acometidas con sus medidores de energía calibrado.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

El replanteo y trazado de las construcciones serán realizados por el Contratista con estricta sujeción a las dimensiones e indicaciones de las propuestas técnicas que se adopten en función a las premisas planteadas en primera instancia.

El hincado de los postes de semáforos deberá tener un diseño esquemático en la propuesta indicando los materiales a ser utilizados como consideraciones en su implementación.

4.- FORMA DE PAGO

Este ítem ejecutado es en forma global de acuerdo a las exigencias, al ser aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado a los precios establecidos de la propuesta aceptada por unidad de medida pza.

El costo en su integridad contempla únicamente los postes de semáforos hincados e instalados respectivamente.

ÍTEM 4

PROVISIÓN Y COLOCADO DE SEMÁFOROS TIPO LED 300 MM. (ROJO, AMARILLO Y VERDE) UNIDAD PZA.

1.- DESCRIPCIÓN

Las ópticas a led deberán estar construidas por un conjunto de leds que conforman la señal luminosa y un circuito electrónico de control y alimentación que oficia de interfaz con el controlador de tránsito.

Deberán estar construidas con los más altos estándares, la óptica debe constar con un circuito impreso de fibra de vidrio y epoxi, leds de alta luminosidad, lentes divergentes por cada led que mejoren la distribución lumínica y una lente exterior transparente fabricada en policarbonato con protección UV y una carcasa posterior negra del mismo tipo de material, que cumpla con estándares internacionales.

Diseñadas para ser montadas directamente en cualquier semáforo, deberán tener un diámetro normalizado de 300[mm], más un burlete de goma que brinde hermeticidad a la puerta frontal de cualquier semáforo.

2.- MATERIALES HERAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y el equipo correspondiente para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica.

- Semáforos tipo LED de 3 x 300 mm

Dimensiones y medidas:

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS
1	d1	109,5 cm
2	d2	36,5 cm

Tabla 4.7 Dimensiones del semáforo.

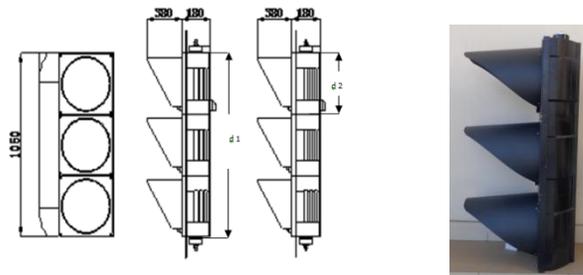


Figura 4.1. Tipo de semáforo.

Características Especiales:

Lente de 5 Grados:

Las ópticas deberán ser construidas con lentes divergentes de 5 grados orientadas hacia abajo que permita aumentar el patrón haz de luz de los LEDs.



Figura 4.2. Luz led.

Alto Brillo:

Luminosidad mayor o igual a 800 candelas en las ópticas de 300[mm].

Larga Vida Útil:

Hasta 50.000 horas.

Consumo de Energía:

Deberá ser no mayor a 15[W]

Longitud de Onda:

Rojo: 625[nm], Amarillo: 590 [nm], Verde: 505 [nm].

Temperatura Operativa:

-40~+80 °C

Tensión de Operación: AC: 80[V] ~ 280[V], 50[HZ]/60[HZ].

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Se procederá a la instalación de los semáforos LED una vez que los postes sean hincados y asegurados respectivamente.

La Alcaldía como contraparte deberá proveer de las tomas de energía principal que deberán estar habilitadas para las acometidas respectivas a la caja principal de control. A partir de esta toma se extenderá las conexiones respectivas a cada poste por punto.

4.- FORMA DE PAGO

Este ítem es ejecutado de acuerdo con las exigencias, al ser aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado de acuerdo a los precios establecidos de la propuesta aceptada por unidad de medida pieza.

El costo en su integridad contempla únicamente la provisión y colocado de semáforos.

ÍTEM 5

PROVISIÓN Y COLOCADO DE CONTADOR ELECTRÓNICO LED DE CUENTA REGRESIVA 870 MM. X 720 MM. X 100 MM. UNIDAD PZA.

1.- DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere al conjunto de instalaciones de los contadores a las 6 intersecciones ubicados a lo largo de la avenida la banda.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y el equipo correspondiente para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica.

Tamaño: Ancho = 870mm; Alto= 720mm

Visualización del número:

Rojo, Verde: 0 a 99 segundos.

El medidor de cuenta regresiva informa a los conductores y peatones del tiempo de espera por medio de los números de la cuenta regresiva.

No es necesaria la conexión de una fuente de alimentación, se conecta directamente a la señal de tránsito.



Figura 4.3. Contador electrónico led.

Características Técnicas:

Los segmentos deben ser modulares (reemplazables individualmente) con lentes de policarbonato para su fácil reparación y cambio. El control electrónico del contador debe ser construido con los más altos estándares de seguridad y calidad.

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES:

1. Voltaje de trabajo: 220VAC
2. Alto Brillo: luminosidad mayor a 200 candelas por segmento.
3. Larga vida Útil: Mayor 50.000 horas.
4. Consumo de energía: Para rojo y verde menor o igual a 40W.
5. Longitud de onda: Rojo 625 nm, Verde: 505 nm.
6. Temperatura Operativa: -40~+80 °C

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Se procederá a la instalación de los contadores una vez que los postes sean hincados y asegurados respectivamente.

La Alcaldía como contraparte deberá proveer de las tomas de energía principal que deberán estar habilitadas para las acometidas respectivas a la caja principal de control. A partir de esta toma se extenderá las conexiones respectivas a cada poste por punto.

4.- FORMA DE PAGO

Este ítem es ejecutado de acuerdo con las exigencias, al ser aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado de acuerdo a los precios establecidos de la propuesta aceptada por unidad de medida pieza.

El costo en su integridad contempla únicamente la provisión y colocado de los contadores.

ÍTEM 6

PROVISIÓN DE TARJETA ELECTRÓNICA DE CONTROL CSI-V4 UNIDAD PZA.

1.-DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere al conjunto de instalaciones tarjetas de control instalaciones eléctricas en general, programación y configuración correspondiente a las 6 intersecciones ubicados a lo largo de la avenida la banda.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y el equipo correspondiente para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica.

Dimensiones de caja metálica:

Alto: 50cm, Ancho: 40cm, Profundidad: 18.5cm

Tensión de funcionamiento:

220 VAC

50Hz

Condiciones ambientales:

0°C a + 55°C (+32°F a + 131°F)

0° a 90° Humedad relativa (Sin condensación)

Potencia máxima por salida:

1500 Watts (15 Lámparas de 100 Watts o su equivalente por Triac)

Protecciones:

- Llave termomagnética en la alimentación (In=25A)
- Filtro de línea normalizado
- Fusibles independientes por cada salida de lámpara (250 VAC – 2A)
- Varistores de protección y estabilizado independientes por cada salida de lámparas (250 VAC – 2A)
- Opcional: Interruptor Diferencial (In = 25A/ Corriente de fuga: 30 mA)

Gabinete:

Gabinete metálico con tratamiento anticorrosivo y pintura en polvo al horno antiestático resistente a rayos UV.

Microprocesador:

CISC de 16 bits

Memoria del microprocesador:

64KB de memoria ROM

3968B de memoria RAM

1KB de memoria EPROM

Supervisor Watchdog:

Wachdog con oscilador autónomo, Supervisor de bloqueo de programa incorporado

Programación:

- Programación in situ a través de teclado incorporado que permite navegar por menús y seleccionar la opción deseada
- Programación mediante computadora personal con interfaz gráfica de usuario

Memoria del microprocesador:

64KB de memoria ROM

3968B de memoria RAM

1KB de memoria EPROM

Reloj de Tiempo Real (RTC)

- Con cristal independiente y batería de respaldo (litio de 3 V) en caso de cortes de energía.
- Oscilador interno compensado en temperatura

Visor:

Display LCD de alto contraste 2 x 16 gráfico, caracteres con backlight inteligente. Se enciende al 100% cuando se presiona una tecla, luego de transcurridos 2 minutos se apagará el LCD.

Monitoreo de salidas:

Panel de LEDs, que muestra el estado de las salidas de lámparas.

Puerto serie:

Puerto de comunicaciones RS-232C multipropósito

Transmisor RF:

Puerto de comunicación para transmisión de datos y sincronismos.

Salidas de Estado Solido:

Triacs de 25A – 600V

Aislación:

Los circuitos lógicos se encuentran aislados de las salidas de potencia mediante el uso de opto acopladores

Protección:

- Varistores de oxido metálico de alta capacidad de corriente
- Fusibles de 5x20mm (250 VAC – 3A)

Encendido de Lámparas:

Cruce por cero garantizado por software y por hardware

Reducción de EMI:

Circuitos Snubber que evitan cualquier irradiación de FEM

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Se procederá a la instalación de las tarjetas electrónicas de control CSI-4.0 una vez que los postes sean hincados y asegurados respectivamente y colocados los semáforos y los contadores.

La Alcaldía como contraparte deberá proveer de las tomas de energía principal que deberán estar habilitadas para las acometidas respectivas a la caja principal de control. A partir de esta toma se extenderá las conexiones respectivas a cada poste por punto.

4.- FORMA DE PAGO

Este ítem es ejecutado de acuerdo con las exigencias, al ser aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado de acuerdo a los precios establecidos de la propuesta aceptada por unidad de medida pieza.

El costo en su integridad contempla únicamente la provisión y colocado de las tarjetas electrónicas.

ÍTEM 7

CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN UNIDAD PUNTO

1.- DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere a la configuración y programación del sistema de semáforos a las 6 intersecciones ubicados a lo largo de la avenida la banda. La configuración y programación comprende realizar según el cálculo de tráfico a diferentes.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y el equipo correspondiente para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Se procederá a la configuración y programación que sean colocados los semáforos, los contadores y las tarjetas electrónicas.

La Alcaldía como contraparte deberá proveer de las tomas de energía principal que deberán estar habilitadas para las acometidas respectivas a la caja principal de control. A partir de esta toma se extenderá las conexiones respectivas a cada poste por punto.

4.- FORMA DE PAGO

Este ítem es ejecutado de acuerdo con las exigencias, al ser aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado de acuerdo a los precios establecidos de la propuesta aceptada por unidad de medida punto.

El costo en su integridad contempla únicamente la configuración y programación del sistema de semaforización.

ÍTEM 8

PINTADO DE LÍNEAS DE CEBRA Y LÍNEAS DE PARADA UNIDAD M²

1.- DESCRIPCIÓN

Todas las superficies relacionadas con la ejecución de pinturas sobre el pavimento las líneas de cebras y línea de parada, etc. Que deben ser terminados con la aplicación de pinturas, en conformidad con las instrucciones complementarias que el Supervisor de Obra pudiera dar.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Los materiales a utilizar serán: pintura látex sobre muros interiores y exteriores, de marca reconocida, suministrada en el envase original de fábrica. No se aceptara emplear pintura preparada en obra.

El contratista someterá una muestra de todos los materiales que se propone emplear a la aprobación del Supervisor de Obra, con anterioridad a la iniciación de cualquier trabajo de pintura.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Previo a la aplicación de la pintura, el Supervisor de Obra deberá aprobar superficie que recibirá este tratamiento.

Todas las superficies que deban pintarse primeramente se deben realizar una limpieza, corrigiendo los defectos, como ser manchas o asperezas que pudiera haber en la avenida principal.

4.- FORMA DE PAGO

Este ítem se pagara de acuerdo al precio unitario que es m², de la propuesta aceptada que incluye la compensación total por todos los materiales herramientas, mano de obra

y actividades necesarias para la ejecución de este trabajo, relacionado con el pintado de las líneas tipo cebras y el pintado de las líneas de parada.

ÍTEM 9

SEÑALES PREVENTIVAS CUADRANGULAR (0,60 X 0.60 M) UNIDAD PIEZA

1.- DESCRIPCIÓN

SEÑAL PREVENTIVA DE 0,60 x 0,60 m.

Plancha metálica galvanizada de Zinc (G90) de 2 mm. Tratamiento antioxidante, adhesivo reflectivo Grado Diamante, letras y símbolos impresión serigráfica. Los colores, dimensiones, tipos, tratamiento, perforaciones y otros según Manual Técnico de ABC concordante con el Manual Interamericano de Dispositivos Para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras, adicionalmente dos pernos carroceros completos para la sujeción de cada señal, en coordinación con la Unidad Solicitante.

La ubicación, forma y tipo, obedecerán el diseño de la señalización vertical que figura en planos. La señalización vertical comprenderá la instalación de postes y placas, fijadas a postes cuya ubicación, forma, tipo, leyendas o símbolos o ambas cosas están definidas en el diseño y mostrada en planos del proyecto, o según lo determine el ingeniero, según sea el caso.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y el equipo correspondiente para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica.

Los materiales a usar son placas metálicas, pernos, postes, y agregados para el hormigón para la fundación del poste.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Para la colocación de señales está conformado por una fundación, una estructura metálica conectada a la fundación y los letreros informativos. Las conexiones serán apernadas o soldadas.

4.- FORMA DE PAGO

Los trabajos de señales verticales, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de pago definidos en los formularios de Propuesta.

Dichos precios incluyen el suministro y colocación de todos los materiales, excavación, relleno, fabricación y colocación de postes así como toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos, necesarios para completar la obra prescrita en esta Especificación.

ÍTEM 10

SEÑALES RESTRICTIVAS RECTANGULAR (0,60 X 0,90 M) UNIDAD PIEZA

1.- DESCRIPCIÓN

Plancha metálica galvanizada de Zinc (G90) de 2 mm. Tratamiento antioxidante, adhesivo reflectivo Grado Diamante, letras y símbolos impresión serigráfica. Los colores, dimensiones, tipos, tratamiento, perforaciones y otros según Manual Técnico de ABC concordante con el Manual Interamericano de Dispositivos Para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras, adicionalmente dos pernos carroceros completos para la sujeción de cada señal, en coordinación con la Unidad Solicitante.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El contratista proporcionara todos los materiales, herramientas y el equipo correspondiente para la ejecución de los trabajos, los mismos deberán ser aprobados por la Contraparte Técnica.

Los materiales a usar son placas metálicas, pernos, postes, y agregados para el hormigón para la fundación del poste.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Para la colocación de señales está conformado por una fundación, una estructura metálica conectada a la fundación y los letreros informativos. Las conexiones serán apernadas o soldadas.

4.- FORMA DE PAGO

Los trabajos de señales verticales, serán pagados a los precios unitarios contractuales correspondientes a los ítems de pago definidos en los formularios de Propuesta.

Dichos precios incluyen el suministro y colocación de todos los materiales, excavación, relleno, fabricación y colocación de postes así como toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos, necesarios para completar la obra prescrita en esta especificación.

4.8 CÓMPUTOS MÉTRICOS.-

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	GLOBAL	1
2	PROVISIÓN Y COLOCADO DE POSTE BRAZO SIMPLE LARGO 5M. ALTURA 6M. BASE DEL POSTE 6" X 6M	PZA.	10
3	PROVISIÓN Y COLOCADO DE POSTE TIPO COLUMNA 4" X 4 M.	PZA.	7
4	PROVISIÓN Y COLOCADO DE SEMÁFOROS TIPO LED 300 MM. (ROJO, AMARILLO Y VERDE)	PZA.	18
5	PROVISIÓN Y COLOCADO DE CONTADOR ELECTRÓNICO LED DE CUENTA REGRESIVA 870 MM. X 720 MM. X 100 MM.	PZA.	11
6	PROVISIÓN DE TARJETA ELECTRÓNICA DE CONTROL CSI-V4	PZA.	6
7	CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN	PUNTOS	6
8	PINTADO DE LÍNEAS DE CEBRA Y LÍNEAS DE PARADA	M ²	252,34
9	SEÑALES PREVENTIVAS CUADRANGULAR (0,60 X 0.60 M)	UD.	6
10	SEÑALES RESTRICTIVAS RECTANGULAR (0.60 M. X 0.90 M.)	UD.	2

Tabla 4.8. Cómputos métricos.

4.8 PRECIOS UNITARIOS.-

4.10 PRESUPUESTO GENERAL.-

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO (BS)	PARCIAL (BS)
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	GLOBAL	1	2.000,00	2.000,00
2	PROVISIÓN Y COLOCADO DE POSTE BRAZO SIMPLE LARGO 5M. ALTURA 6M. BASE DEL POSTE 6" X 6M	PZA.	10	5.237,24	52.372,35
3	PROVISIÓN Y COLOCADO DE POSTE TIPO COLUMNA 4" X 6 M.	PZA.	7	3.945,07	27.615,47
4	PROVISIÓN Y COLOCADO DE SEMÁFOROS TIPO LED 300 MM. (ROJO, AMARILLO Y VERDE)	PZA.	18	5.531,62	99.569,18
5	PROVISIÓN Y COLOCADO DE CONTADOR ELECTRÓNICO LED DE CUENTA REGRESIVA 870 MM. X 720 MM. X 100 MM.	PZA.	11	4.665,67	51.322,32
6	PROVISIÓN DE TARJETA ELECTRÓNICA DE CONTROL CSI-V4	CAJA	6	11.195,10	67.170,57
7	CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN	PUNTOS	6	1.392,56	8.355,37
8	PINTADO DE LÍNEAS DE CEBRA Y LÍNEAS DE PARADA	M ²	252,34	72,07	18.186,65
9	SEÑALES PREVENTIVAS CUADRANGULAR (0,60 X 0.60 M)	UD.	6	1.477,09	8.862,55
10	SEÑALES RESTRICATIVAS RECTANGULAR (0.60 M. X 0.90 M.)	UD.	2	1.509,87	3.019,75
TOTAL PRESUPUESTO: (BOLIVIANOS)					338.474,19

Tabla 4.9. Presupuesto general.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

5.1. CONCLUSIONES.-

- Se determinaron las velocidades y los volúmenes mediante aforos de forma manual, mediante una recolección de datos, en los cuales se pudo observar la variación de las velocidades a lo largo de la avenida, como así también se observó que en las intersecciones donde hay mayores volúmenes vehiculares son en los puentes Bolívar, Bicentenario y San Martín.
- Se realizó un inventario de la zona para identificar en qué lugares existe señalización tanto horizontal como vertical, donde se identificó varios puntos donde no se colocó la respectiva señalización correspondiente.
- Se realizó un procesamiento de los datos, el cual era necesario para obtener valores más aceptables para poder realizar los cálculos de los tiempos de fases y ciclos de los semáforos, en el cual se depuraron datos que se alejaron del grupo obtenido.
- Al momento de calcular las fases y los ciclos, se pudo observar la variación de los mismos en las diferentes intersecciones, esto es debido a que las longitudes de intersección a intersección son diferentes, como también las velocidades y los volúmenes varían considerablemente debido a las diferentes situaciones de cada una de estas intersecciones.
- Después de haber realizado el proyecto se concluye que sí se necesitan la instalación de semáforos en la mayoría de las intersecciones, analizando las condiciones que se deben cumplir para justificar su instalación de los mismos.

- Se puede concluir que después de haber realizado trabajo si se cumple la hipótesis, que implementando la semaforización y señalización correspondiente si se podría regular el tráfico para que circule de una forma más ordenada y segura.

5.2. RECOMENDACIONES.-

- Después de haber hecho el trabajo se recomienda al momento de realizar la recolección de datos ya que se hizo de forma manual tratar en lo mínimo cometer errores para obtener resultados aceptables.
- Al realizar la depuración de datos se debe tener cuidado al eliminar los datos que se alejan del grupo, para poder obtener valores aceptables tanto de volúmenes como de velocidades que se emplearán para calcular los tiempos de las fases y ciclos de los semáforo.
- Se debe realizar una concientización del respeto a las señales de tránsito, ya que en la zona de estudio se observó cómo conductores imprudentes estacionan sus vehículos en lugares donde cuentan con señal de no estacionar haciendo caso omiso a la señal, como ser en inmediaciones de la oficina de SOBOCE, por el mercado San Martín, para que de esta manera tratar de evitar futuros accidentes de tránsito.
- Se recomienda al momento de hacer el trabajo de campo, ser cuidadosos ya que se presencié un accidente de tránsito por colisión entre vehículos, ya que para recolectar los datos se debe transitar toda la zona de estudio, cruzando intersecciones, para de esta manera realizar el trabajo de campo de forma cuidadosa.

- Varios accidentes de tránsito son por consecuencia que el conductor del vehículo se encontraba en estado de ebriedad, por lo se sugiere implementar los alcoholímetros a los vehículos, estos dispositivos electrónicos van conectados al sistema eléctrico del vehículo, por lo que el conductor para poner en marcha el vehículo debe pasar primero la prueba de alcoholemia, si resulta positiva el vehículo no podrá arrancar evitando probables accidentes de tránsito.

BIBLIOGRAFÍA.-

1. CAL RAFAEL Y MAYOR JAMES CARDENAS. Ingeniería de tráfico Fundamentos y aplicaciones Mexicana de caminos A.C. representaciones y Servicios de Ingeniera S.A. (séptima edición) 2000.
2. KRAMER CARLOS. Elementos de ingeniería de tránsito. Colegio de ingeniero de caminos, canales y puertos. Madrid 1995 (quinta edición).
3. NICOLAS L. GARBER, LESTER A. HOEL. Ingeniería de tránsito y carreteras. S.A. Editorial Learninge editor. 2005.
4. VALDEZ GONZALES ROLDAN ANTONIO. Ingeniería de tráfico. Editorial S.A. Madrid, impreso en Madrid España en 1978 (segunda edición).
5. VICTOR GABRIEL VAENCIA ALAIX. Ingeniera de tránsito. Universidad nacional de Colombia Medellín, escuela de ingeniería civil. Medellín 2007.
6. SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS. Manual técnico de señalización vial. Editorial Don Bosco 1978.